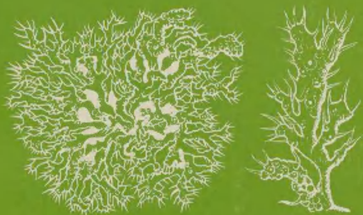
ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHENOLOGIE

TOME 17 Fascicule 2 1996



PUBLICATION TRIMESTRIELLE

Avril 1996

CRYPTOGAMIE

Bryologie-Lichénologie

ANCIENNE REVUE BRYOLOGIQUE ET LICHÉNOLOGIQUE
Fondée par T. Husnot en 1874

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 3 exemplaires) à la Rédaction de *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie*. L'avis du Comité de Lecture sera requis avant accord pour publication. Bien que *Cryptogamie* soit une revue de langue française, les manuscrits rédigés en français, en anglais, en allemand, en espagnol et en italien, sont pris en considération dans la limite des possibilités de la Rédaction à trouver des lecteurs compétents dans ces langues. Les disquettes de micro-ordinateurs (IBM, IBM compatible et MacIntosh) sont vivement souhaitées. **Les instructions aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome**. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits ; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 17, 1996

CRYPTOGAMIE comprend trois sections : Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section :	France : (350 F ht) 357,35 F ttc	Étranger : 380,00 F
Pour les 3 sections :	France : (950 F ht) 970,00 F ttc	Étranger : 1050,00 F

VAT Registration number : FR29302655170

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de : A.D.A.C. — CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S) ; adressé à : A.D.A.C. , 12 rue Buffon, F-75005 Paris. :

Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie est indexé par *Biological Abstracts, Current Contents, Index of Fungi* et *Bibliography of Systematic Mycology*, Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

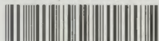
Couverture : *Anaptychia ciliaris* Stérile (dessin de P. Duhem)

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHENOLOGIE

TOME 17 FASCICULE 2 1996

CONTENTS



ARSÈNE AND LES FRÈRES DES ÉCOLES CHRÉTIENNES COLLECTIONS AT THE US NATIONAL HERBARIUM PERTINENT TO BOULY DE LESDAIN'S *LICHENS DU MEXIQUE*

Paula T. De PRIEST

Department of Botany, NHB-166,
National Museum of Natural History, Smithsonian Institution,
Washington, DC 20560, USA

ABSTRACT. — At least 104 isotypes and isosyntypes of Mexican lichens described by Bouly de Lesdain in *Lichens du Mexique* are accessioned in the US National Herbarium. These specimens, most obtained in 1918 as a gift from Arsène G. J. Brouard (Frère G. Arsène), are duplicates of type materials destroyed in 1940 with Bouly de Lesdain's private herbarium. Since few of these original materials are extant in other collections, the US National Herbarium's set of isotypes and isosyntypes provides potential lectotypes and neotypes for many names published in *Lichens du Mexique*.

RÉSUMÉ. — Au moins 104 isotypes et isosyntypes de lichens du Mexique décrits par Bouly de Lesdain dans *Lichens du Mexique* ont été déposés dans l' Herbier National US. Ces échantillons, pour la plupart reçus en don de Arsène G.J. Brouard (Frère G. Arsène), sont des doubles du matériel type détruit en 1940 avec l' herbier privé de Bouly de Lesdain. Etant donné qu' une faible partie de ce matériel original est présentée dans les autres collections, le jeu d'isotypes et d'isosyntypes de l'Herbier National US peut fournir des lectotypes et des néotypes pour de nombreux noms publiés dans *Lichens du Mexique*.

The US National Herbarium includes among its accessions a large and unique collection of Mexican lichens amassed by Arsène Gustave Joseph Brouard (19 March 1867 — 25 May 1938). Brouard, known as Frère (Brother) Gustave Arsène, collected more than 10,000 specimens of lichens, mosses, ferns and flowering plants in Mexico between 1906 and 1914 (Arsène 1922, Sayre 1975). Frère Arsène, a member of the teaching order Frères des Écoles Chrétiennes (Brothers of the Christian Schools), was sent to Mexico as a teacher and missionary after religious schools were temporarily suppressed in his native France in 1904 (Battersby 1967: 248-255). Already an avid botanist and collector of the flora of central France (Le Gendre 1928), Frère Arsène used his posting in Mexico to botanically explore the areas around the schools in Puebla, Morelia, and Querétaro where he taught. With the assistance of his fellow Frères — Abbon, Adole, Agniel, Amable St. Pierre, Léon and Nicolas — he compiled the largest and most complete botanical collection of his time from the high plateau of Mexico (Standley 1927). The collection was of such great interest that specimens Frère



Arsène sent to Frère Héribaud-Joseph (Jean Baptiste Caumel, 1841-1918) in France were sold directly to Prince Roland Bonaparte and indirectly through specimen dealers, such as E. M. Reineck and Otto Weigel, to provide financial support for the Order (Standley 1927; specimens in many herbaria, teste Lanjouw & Stafleu 1954: 42).

The Mexican Revolution abruptly ended Frère Arsène's collecting when foreign clergymen were forced out of the country in 1914 (Battersby 1967). Frère Arsène and the other Frères from the Querétaro school were given 48 hours to leave Mexico, herded onto cattle cars and shipped by rail to the United States border (Gabriel 1948: 618). Many of the exiled Frères, including Arsène, were reassigned to communities of the Order in the United States and Cuba; over the next 24 years Frère Arsène taught and collected in Maryland, Pennsylvania, Louisiana and New Mexico (specimens at A, F, GH, LCU, LSU, MO, PC, US, teste Lanjouw & Stafleu 1954: 42). As a consequence of his ouster from Mexico in 1914, Frère Arsène's Mexican botanical collections and extensive personal herbarium had to be abandoned in Querétaro and later were seized by the Mexican authorities (Arsène 1922).

Although Frère Arsène does not appear as an author, his collections form the basis for many treatments of the Mexican flora. He solicited experts for taxonomic determinations, encouraged their work through correspondence, and orchestrated publication of many of their works. One of the first treatments, Maurice Bouly de Lesdain's *Lichens du Mexique*, was to be published in the Mexican journal *La Naturaleza* in early 1914. However, the Mexican Revolution blocked publication and only 100 copies of a separate were distributed (Riddle 1920, Arsène 1922, Dodge 1931, copy at US!). The original publication of Bouly de Lesdain (1914) was followed by his three supplements (1922, 1929, 1933). The first supplement was published as a mimeographed separate in 1922 (Chamberlain 1923, Dodge 1933; copy at US!, B & L, teste Stafleu & Mennega 1993) after established North American journals rejected the manuscript for publication [1]. The remaining two supplements were published as monographs in the *Annales de Cryptogamie Exotique* in 1929 and 1933 (reprints at US!). In these four works, Bouly de Lesdain produced a checklist of over 550 lichen-forming fungi collected by Frère Arsène and his colleagues, and described over 130 new taxa. A complete set of 1,400 collections sent to Bouly de Lesdain, including the holotype, isotype, and syntype materials for the new taxa (Arsène 1922), were most probably destroyed with the rest of his private herbarium during the German bombing of Dunkerque in 1940 (Des Abbayes 1966). The only extant collections from Bouly de Lesdain's herbarium were those on loan during this period, for example to W (syntypes of *Arthothelium azulense* B. de Lesd. and *Arthonia brouardii* B. de Lesd.), or those given or exchanged, for example to NSW (Hawksworth & James 1983) and to A. de Crozals and C. Sbarbaro (specimens in US received via MO). Frère Arsène, himself, had retained a duplicate set for his personal herbarium and extra materials for exchange and sale — the nearly complete set of isotypes and syntypes that had been seized in Mexico.

An estimated 7891 specimens retained by Frère Arsène are now in the type register and general collections of the US National Herbarium (Lanjouw & Stafleu

1. Letter of W.R. Maxon to Frère Arsène, Smithsonian Institution Archives (Record Unit 223, box 22, letter press 298).

1954) [2]. After intercession by the Smithsonian Institution and the US Department of State, Frère Arsène's herbarium that had been held between 1914 and 1916 at the Civil College in Querétaro by the Mexican authorities was released into the care of M. Luis Proal, a former French Consular Agent. In February 1918, the large collection — 4 cubic meters of packing cases that weighed a metric ton — was shipped by rail via Laredo, Texas, and, in June 1918 arrived at the US National Herbarium in Washington, DC. As part of the arrangements permitting the US Government to ship the herbarium as Federal property, Frère Arsène donated a set of his Mexican collections to the US National Herbarium, including some duplicates of the lichen collections sent to Bouly de Lesdain. However, the US National Herbarium set was not complete since some collections had been distributed in France (MPU, P, PC, PC-Bonaparte Herbarium) and in Mexico (EBUM & others) before 1914, and as many as 22 bundles had been removed from the packing cases before they arrived at the US National Herbarium (Arsène 1926, 1932). Frère Arsène provided catalogues of the lichens and other collections with collection number and species as reported to him by the specialists (Arsène 1920). US National Herbarium staff produced labels, curated the collections (Standley 1927) and, in the case of the lichen collections, indicated in the lichen catalog with a pencil mark the specimens received at the US National Herbarium [3]. Based on the US National Herbarium counts, Frère Arsène predicted that more than 400 numbers of lichens were missing (Arsène 1922). Beginning in 1927, the US National Herbarium sold duplicate specimens of the Mexican material to benefit Frère Arsène's Order (Standley 1927; A, CM, F, GH, ILL, MEX, MO, NY & others; teste Arsène 1932).

Frère Arsène's lichen collections received by the US National Herbarium in 1918 can be identified easily by their labels (Figure 1, A). The 5 × 10 cm labels have a printed heading " Mexican Lichens: Identified by M. Bouly de Lesdain " and a printed locality including State, and " Bro. G. Arsène, No. " On this label the species name and author, elevation, collection number and collection date have been typed, and as appropriate their status as isotypes or syntypes. Most of the packets retain parts of Arsène's original herbarium sheets inside the packet. Specimens are typically glued onto these thin paper sheets on which the species name and authority, collection location and date, and collection number are written in Arsène's own handwriting (Figure 1, B). In *Arsène 3700 Placodium trachylobium* Müll. Arg., the specimen is folded inside an arithmetic class assignment dated 1910. The labels produced at the US National Herbarium are found on specimens in the US type and general collections, and on any specimens sold to other herbaria through the US National Herbarium.

Other styles of labels for Arsène's collections are found among the types and general collections at the US National Herbarium. Three styles, with variants, represent authentic Arsène collections possibly distributed in France before 1914 by Frère Héribaud-Joseph (Standley 1927). The first style of label, termed " multigraphic " by Standley (1927) has a script mimeographed form (not Arsène's handwriting) with the collection number and date added in Frère Arsène's handwriting (Figure 1, C). This label style is found on an isosyntype of *Placodium submexicanum* B. de Lesd.,

2. Accession Record, Smithsonian Institution Archives (Record Unit 305, box 389, Accession 62601).

3. Accession Record, Smithsonian Institution Archives (Record Unit 305, box 415, Accession 65400).



Figure 1. — Styles of labels from Arsène materials in the US National Herbarium. A. US National Herbarium style label of *Arsène 3701*, the isotype of *Buellia zapotensis* B. de Lesd., typical of lichen collections received by the US National Herbarium in 1918 from Frère Arsène. — B. Original herbarium sheet with Arsène's handwriting retained inside the packet of *Arsène 3701*, as described above. — C. Multigraphic style label of *Nicolas 5647*, an isosyntype of *Placodium submexicanum* B. de Lesd., typical of specimens distributed by Frère Arsène before 1914 to various herbaria and specimen dealers. — D. Handwritten style label of *Nicolas 5656*, specimen of *Toninia mexicana* var. *incolorata* B. de Lesd., with Arsène's handwriting and apparently cut from an original herbarium sheet, as described above. — E. " Herb. Bouly de Lesdain " style label of Arsène Brouard s.n., original material of *Placodium brouardii* B. de Lesd., with Bouly de Lesdain's handwriting, typical of specimens distribued from Bouly de Lesdain's private herbarium before 1940. This specimen came to the US National Herbarium from " Herb. C. Sbarbaro " (via MO) as indicated by the herbarium stamp on the packet. — F. " Plantae Mexicanae " style label of *Nicolas s.n.*, original material of *Psora concava* B. de Lesd., consistent with that reported for specimens with fraudulent collection data (Standley 1927).

F. Nicolas 5647 (Appendix), a number not included in the catalogue of specimens sent to the US National Herbarium in 1918. A second style of label found in the general collection (*Toninia mexicana* var. *incolorata* B. de Lesd., *Nicolas 5656*), although not on original materials, has species name and collection number, collection location and date in Arsène's handwriting as is found on some inner labels (Figure 1, D). These labels that vary in size may have been produced by cutting out parts of Arsène's original herbarium sheets to make packet labels, and apparently did not come to the US National Herbarium directly from Frère Arsène. The third type of label (see Appendix, *Placodium brouardii* B. de Lesd., Arsène Brouard, 21 Janvier 1910, and *Aspicilia albomarginata* B. de Lesd., Arsène Brouard, Novembre 1906) found in the type and general collections, has a double-lined border with the header " Herb. Bouly de Lesdain " and the species name, location, and collection data in Bouly de Lesdain's unmistakable handwriting (Figure 1, E). Types with this style of label would represent potential holotypes and lectoytpes, but the US National Herbarium specimens lack collection numbers as do similar specimens in NSW(Hawksworth & James 1983) and in UPS (Jørgensen 1971, p. 56). Herbarium stamps on the labels of such collections indicate that the specimens came to MO via " Herbier Andre de Crozals " or " Herb. C. Sbarbaro ", and to US with the acquisition of the MO Lichen Collection in the early 1970s. Other materials with handwritten labels may have followed a similar path, through private herbaria to MO and to the US National Herbarium.

According to Standley (1927) and Sayre (1975), some Mexican collections attributed to Frère Arsène have fraudulent collection data, perhaps as an attempt by the dealer Reineck to provide more of the popular and lucrative specimens for sale. These fraudulent specimen can be identified by distinctive 9.5 × 13.5 cm labels with a heavy border and the header " Plantae Mexicanae " (Figure 1, F). On these labels, two states, Puebla and Morelia, and two collectors, Nicolas and Arsène, are printed with one from each category marked through with ink. The species name, detailed description of the location and collection date are added in handwriting unlike either Arsène's or Bouly de Lesdain's. One specimen in the US National Herbarium type register, *Psora concava* B. de Lesd., Nicolas s.n., 1909, has this label. This specimen may represent authentic Bouly de Lesdain material, however, it is not clear if the specimen was collected by either Frère Nicolas or Frère Arsène, or if it was from the given collection location Puebla: Port de Mexico — 1800 m. It is possible that Bouly de Lesdain received a duplicate of this fraudulent collection and based his name on what he thought was a specimen from Mexico. Although this specimen may be an appropriate neotype for this name, the collection may not be representative of the Mexican lichen flora as some of the counterfeit specimens are presumed to be from Brazil, other locations in Mexico, or even temperate North America (Standley 1927, Sayre 1975).

The Arsène material of the US National Herbarium, as extant isotypes and isosyntypes of Bouly de Lesdain's original materials, may prove to be appropriate lectotypes and neotypes for lichen names in *Lichens du Mexique*. At present the type register of US National Herbarium includes 104 isotypes, isosyntypes, and original materials for 59 names described in *Lichens du Mexique*, most from the original publication (Bouly de Lesdain 1914). It is almost certain that the specimens received as a gift from Frère Arsène were never seen by Bouly de Lesdain since they were seized in Mexico in 1914 immediately after he completed the original manuscript. As a result,

these presumed duplicates should be examined carefully before their designation as lectotypes or neotypes to insure that they are consistent with Bouly de Lesdain's original descriptions and will maintain the application of these names. One collection illustrates a common problem: *Arsene 3701*, consisting of two specimens in US that are both mixtures, serves as an isosyntype for *Toninia submexicana* B. de Lesd. and an isotype for *Buellia zapotensis* B. de Lesd. (Clearly, the specimens should be carefully examined before they are designated as the lectotype or neotype for either name.) For these reasons, formal designations of the US National Herbarium isotypes and isosyntypes as lectotypes for Bouly de Lesdain taxa is left to experts and monographers of individual lichen groups.

The present publication provides a list of the 104 specimens in the US National Herbarium collected by Frère Arsène and his associates that are isotypes or isosyntypes for lichens named by Bouly de Lesdain in the *Lichens du Mexique* and its supplements (Appendix). Other type materials may be in the general collection under synonyms, especially since there are still a number of specimens received by the US National Herbarium in 1918 that have not been located at the present time. The Appendix is arranged alphabetically by species with a citation for Bouly de Lesdain's original description. Arsène's (or Amable and Nicolas's) numbers, collection locations, and dates are given as they appear on the packet label, with the US National Herbarium sheet number. If this label is other than those printed by the US National Herbarium, the style of label is described including the presence of Bouly de Lesdain's or Arsène's handwriting [in brackets]. For each specimen the type status (isosyntype, isotype, or lectotype) is indicated, with a citation for lectotypes that verifies that status, although the earliest recognition of lectotypification often cannot be determined. Additionally, this list can be accessed over the internet via the Smithsonian Institution National Museum of Natural History Gopher (gopher: //nmnhgoph. si. edu/77/. index/nonflwr) or from the Museum's World Wide Web Home Page (http: //www. nmnh. si. edu/) under Other Natural Science Resources/Natural History Gopher/Botany/Type Specimen Register/Search Mosses, Hepatics and Lichens. The search phrase " bouly – de – lesdain and mexico " will produce the following list of types materials, with updates, for Frère Arsène's Mexican collections.

ACKNOWLEDGMENTS. — I am deeply indebted to Mark Coon, a volunteer at the US National Herbarium who located, recorded and organized the Arsène lichen collections, Dawn Arculus who researches and maintains the Type Register of the US National Herbarium, Christian Feuillet who translated between French and English, and Dan Nicolson who provided expert guidance and correct Latin endings for this project. I thank Bruce Ryan and Martin Grube for identifying the importance of the Bouly de Lesdain type materials, the staff of the Smithsonian Archives for locating original correspondence and documents, John Pruski for detailed and insightful comments on the manuscript, and Adam R. Hornbuckle for assistance with the searches in the archives and review of the final manuscript.

REFERENCES

ARSÈNE Frère G., 1920 — Lichens du Mexique (unpublished catalog). Washington, DC: Lichen Collection, US National Herbarium.

ARSÈNE Frère G., 1922 — Introduction. *In:* Bouly de Lesdain M., Lichens du Mexique 1[er] Supplément. Covington, Louisiana pp. 1-4.
ARSÈNE Frère G., 1926 — Catalogue of Mexican phanerogams and vascular cryptogams (unpublished catalog). Washington, DC: Department of Botany Library.
ARSÈNE Frère G., 1932 — Catalogue of Mexican phanerogams and vascular cryptogams collected by Bro. G. Arsène, etc., 2 nd Part (unpublished catalog). Washington, DC: Chase-Hitchock Library.
BATTERSBY W. J., 1967 — The Christian Brothers in the United States, 1900-1925. Winona, Minnesota: St. Mary' s College Press.
BOULY DE LESDAIN M., 1914 — Lichens du Mexique. Mexico: I. Escalente.
BOULY DE LESDAIN M., 1922 — Lichens du Mexique 1[er] Supplément. Covington, Louisiana.
BOULY DE LESDAIN M., 1929 — Lichens du Mexique Deuxième Supplément. *Annales de Cryptogamie Exotique* 2: 217-246.
BOULY DE LESDAIN M., 1933 — Lichens du Mexique Troisième Supplément. *Annales de Cryptogamie Exotique* 6: 99-130.
CHAMBERLAIN E. B., 1923 — Notes on current bryological literature. *The Bryologist*. 26: 32.
DES ABBAYES H., 1966 — Le Dr Maurice Bouly de Lesdain (1869-1965). *Revue Bryologique et Lichénologique* 34: 370-375.
DODGE C. W., 1931 — Reviews. *The Bryologist* 34: 8-9.
GABRIEL BROTHER A., 1948 — The Christian Brothers in the United States 1848-1948: A century of Catholic education. New York: Declan X. McMullen Company, Inc.
HAWKSWORTH D. L. & JAMES P. W., 1983 — Bouly de Lesdain and Vouaux material in the National Herbarium of New South Wales, Sydney (NSW). *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie*. 4: 169-173.
JØRGENSEN P. M., 1971 — On some *Leptogium* species with short mallotium hairs. *Svensk Botanisk Tidskrift* 67: 53-58.
LANJOUW J. & STAFLEU F. A., 1954 — Index herbariorum, Part II. Collectors 1. *Regnum Vegetabile* 2: 1-174.
LE GENDRE C., 1928 — Arsène Brouard. *Revue Scientifique du Limousin* 32: 72-82 (with portrait).
RIDDLE L. W., 1920 — Two publications on tropical American lichens. *The Bryologist* 23: 60-61.
SAYRE G., 1975 — Cryptogamae exsiccatae: An annotated bibliography of exsiccatae of algae, lichens, hepaticae, and musci. V. Unpublished exsiccatae, I. Collectors. *Memoires of the New York Botanical Garden* 19 (3): 277-423.
SCHNEIDER G., 1970 — Die Flechtangattung *Psora* sensu Zahlbruckner. *Bibliotheca Lichenologica* 13: 1-291.
SHEARD J. W., 1974 — The genus *Dimelaena* in North America North of Mexico. *The Bryologist* 77: 128-141.
STAFLEU F.A. & MENNEGA E. A., 1992 — Taxonomic literature, Supplement 1: A-Ba. Konigstein, Germany: Koeltz Scientific Books.
STANDLEY P. C., 1927 — A counterfeit collection of Mexican plants falsely attributed to Brother G. Arsène. *Science* 65: 130-133.

APPENDIX:

Original Materials of Bouly de Lesdain's ***Lichen du Mexique*** *collected by Frères Arsène, Amable, and Nicolas in the US National Herbarium*

Acarospora brouardii B. de Lesd., Lich. Mex. Suppl. 1: 15. 1922 (as '*brouardi*').
Arsène 10730 (US 00067714). MEXICO, Queretaro, Loma al Este, 1950 m. April 1914. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.
Annotated by W. A. Weber, May 1958, as *A. xanthophana* (Nyl.) Jatta.

Acarospora mexicana B. de Lesd., Lich. Mex.: 16. 1914.
Arsène 3699 (US 00344660). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Arsène 3699 (US 00067717). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. 'With *A. tersa*'. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.
Annotated by W. A. Weber 22, May 1958, as *A. chrysops* (Tuck.) Magn., lacking *A. tersa*.

Arthonia brouardii B. de Lesd., Lich. Mex.: 28. 1914 (as '*brouardi*').
Arsène 3763 (US 00067755). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2300 m. 10 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arthothelium azulense B. de Lesd., Lich. Mex.: 28. 1914 (as '*azulensis*').
Arsène 4054 (US 00067814). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 3 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4064 (US 00067799). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 3 February 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arthothelium moreliense B. de Lesd., Lich. Mex.: 28. 1914 (as '*moreliiensis*').
Arsène 3946 (US 00067801). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Multigraphic label inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Aspicilia albomarginata B. de Lesd., *Bull. Soc. Bot. France* 56: 74. 1909.
Arsène 3705 (US 00067821). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4088 (US 00067824). MEXICO, Michoacán, Huerta, Morelia, 1950 m. 30 January 1910. Type status: ISOTYPE.

Arsène Brouard s.n. (US 00478953). MEXICO, Puebla. Novembre 1906. Herb. Bouly de Lesdain label [Bouly de Lesdain], Mo. Bot. Gard. Herb. 167849 stamp on packet. Type status: ORIGINAL MATERIAL.

Bacidia moreliense B. de Lesd., Lich. Mex.: 24. 1914 (as '*moreliiensis*').
Arsène 4069 (US 00067811). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia. 5 February 1910. Type status: ISOTYPE.

Bilimbia flavidosulphurea B. de Lesd., Lich. Mex.: 23. 1914.
Arsène 3662 (US 00067991). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 2000 m. 17 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Bilimbia flavidosulphurea B. de Lesd., Lich. Mex.: 23. 1914. (as '*flavido-sulphurea*')
Arsène 3664 (US 00067990). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 2000 m. Type status: ISOSYNTYPE.

Blastenia ferruginea** var. **bicolor B. de Lesd., Lich. Mex.: 19. 1914.
Arsène 3809 (US 00067993). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Blastenia moreliense B. de Lesd., Lich Mex.: 19. 1914 (as '*moreliiensis*').
Arsène 3964 (US 00478753). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotation by C. M. Wetmore, June 1993, 'Nothing matches type description.'

Arsène 4003 (US 00478754). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotation by C. M. Wetmore, June 1993, 'Nothing matches type description.'

Buellia amabilis B. de Lesd., Lich. Mex.: 27. 1914.
Amable 4196 (US 00068005). MEXICO, Puebla, Acatzingo, 2100 m. July 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Buellia arsenei B. de Lesd., *Bull. Soc. Bot. Fance*.: 57: 238. 1910 (as '*arsenii*').
Arsène 3816 (US 00068007). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Buellia mexicana B. de Lesd., Lich. Mex.: 27. 1914.
Arsène 4447 (US 00068017). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Buellia moreliense B. de Lesd., Lich. Mex.: 26. 1914 (as '*moreliiensis*').
Arsène 3807 (US 00344663). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3916 (US 00068019). MEXICO, Michoacán, Ruisseau de Santa Maria, 1950 m. 23 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Buellia subaethalea B. de Lesd., Lich. Mex.: 27. 1914.
Arsène 3654 (US 00068030). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 2000 m. 17 February 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3659 (US 00344651). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 2000 m. 17 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3842 (US 00068029). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. 'With *B. stellulata*.' Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Buellia zapotensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 26. 1914.

Arsène 3701 (US 00068037). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE. Also ISOSYNTYPE of *Toninia submexicana* B. de Lesd.

Arsène 3701 (US 00432614). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE. Filed as ISOSYNTYPE of *Toninia submexicana* B. de Lesd.

Catillaria pseudoleptocheila B. de Lesd., Lich. Mex.: 23. 1914.

Arsène 3769 (US 00068100). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2300 m. 20 March 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3767 (US 00344650). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2300 m. 3 October 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4485 (US 00068099). MEXICO, Michoacán, Cerro Tejocote, Morelia, 2000 m. 8 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3835 (US 00068096). MEXICO. Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4439 (US 00068097). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4441 (US 00068098). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Collema mexicanum B. de Lesd., Lich. Mex.: 30. 1914.

Arsène 4237 (US 00068171). MEXICO, Puebla, Huexotitla, 2150 m. 20 October 1910. Collection data inside packe t [Arsène]. Type status: LECTOTYPE, Degelius, *Sym. Bot. Up.* 10: 88. 1974.

Confirmed by G. Degelius, 1966.

Endocarpon pallidum var. ***montanum*** B. de Lesd., Lich. Mex. Suppl. 1: 18. 1922.

Arsène 10701 (US 00068251). MEXICO. Querétaro, Cerro de las Campanas. 7 September 1914. Collection data inside packet, 1850 m [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 10707 (US 00068252). MEXICO, Querétaro, Cerro de las Campanes, 1850 m. Type status: ISOSYNTYPE.

Endocarpon pusillum var. ***arsenei*** B. de Lesd., Lich. Mex. Suppl. 1: 19. 1922 (as '*arsenii*').

Arsène 9596 (US 00068255). MEXICO, D. F., Mixcoac, 2280 m. 7 January 1917. Collection data inside packet [Arsène]. Type satus: ISOSYNTYPE.

Arsène 9597 (US 00068254). MEXICO, D. F., Mixcoac, 2280 m. 1 January 1914. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 9599 (US 00068253). MEXICO, D. F., Mixcoac, 2280 m. 1 January 1914. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Evernia furfuracea f. ***ceratea*** B. de Lesd., Lich. Mex. Suppl. 1: 4. 1922.

Arsène 8237 (US 00068220). MEXICO, Michoacán, Cerro San Miguel, Morelia, 2200 m. 12 July (sic) 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Haematomma subpuniceum* var. *dolichosporum B. de Lesd., Lich. Mex.: 17. 1914.
Arsène 3774 (US 00000000). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia. 10 March 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4056 (US 00000000). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia. 5 February 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Heppia michoacanensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 10. 1914.
Arsène 3813 (US 00068379). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: LECTOTYPE, Wetmore, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 57: 187.
Annotated by C. M. Wetmore. 1968, as *Peltula michoacanensis* (B. de Lesd.) Wetm.

Heppia michoacanensis var. ***adnata*** B. de Lesd., Lich. Mex. Suppl. 1: 8. 1922.
Arsène 9604 (US 00432992). MEXICO, D. F., Mixcoac, 2280 m. 1 January 1914. Type status: LECTOTYPE, Wetmore, *Ann. Missouri. Bot. Gard.* 57: 190.
Annotated by C. M. Wetmore, 1968, as *Peltula obscurans* var. *deserticola* (Zahlbr.) Wetm.

Lecanora albella var. ***arsenei*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 14. 1914 (as '*arsenii*').
Arsène 3945 (US 00068461). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes* (Nyl.) Imsh. & Brodo.

Arsène 4055 (US 00068462). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 5 May 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as *L. caesiorubella* subsp. *glaucomodes* (Nyl.) Imsh. & Brodo.

Lecanora amabilis B. de Lesd., Lich. Mex.: 15. 1914.
Arsène 4092 (US 00068470). MEXICO, Michoacán, Huerta, Morelia, 1950 m. 30 January 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Lecanora atra var. ***dolichospora*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 15. 1914.
Arsène 4048 (US 00432991). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2100 m. 5 February 1910. Type status: ISOTYPE.
Chemical annotation by H. Kashiwadani, atranorin and alecteronic acid.

Lecanora caesiorugosa B. de Lesd., Lich. Mex.: 13. 1914.
Arsène 4139 (US 00432990). MEXICO, Puebla, Ha. St. Barbara, 2150 m. 5 September 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as not in *L. pallida* -group; chemical annotation, atranorin, zeorin.

Arsène 4155 (US 00432989). MEXICO, Puebla, Ha. St. Barbara, 2150 m. 5 September 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as not in *L. pallida* -group. Verified by I. M. Brodo, 1983.

Arsène 4161 (US 00432987). MEXICO, Puebla, Tepoxuchitl, 2300 m. 16 September 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as not in *L. pallida* -group; chemical annotation, atranorin and zeorin.

Arsène 4431 (US 00432988). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by H. A. Imshaug and I. M. Brodo, 1962-63, as not in *L. pallida* -group. Verified by I. M. Brodo, 1983; chemical annotation, atranorin and zeorin.

Lecanora conizaea var. ***americana*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 15. 1914

Arsène 3962 (US 00068426). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Multigraphic label inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4009 (US 00068427). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4011 (US 00068429). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4029 (US 00068428). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia. 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Lecanora flavidomarginata B. de Lesd., Lich. Mex.: 14. 1914.

Arsène 4276 (US 00068436). MEXICO, Puebla, Esperanza, 2400 m. 18 November 1907. Type status: ISOTYPE.

Lecanora viriduloflava B. de Lesd., Lich. Mex.: 14. 1914.

Amable 4190 (US 00432610). MEXICO, Puebla, Acatzingo, 2100 m. July 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Confirmed by I. M. Brodo, 1983; chemical annotation, atranorin, chloratranorin, gangaleoidin and unknowns.

Lecidea ochraceopruinosa B. de Lesd., Lich. Mex.: 22. 1914.

Arsène 4278 (US 00068523). MEXICO, Puebla, Esperanza, 2400 m. 18 November 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Lecidea submutabilis B. de Lesd., Lich. Mex.: 21. 1914.

Arsène 4018 (US 00068537). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Type status: ISOTYPE.

Leptogium hildenbrandii var. ***papillosum*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 30. 1914.

Arsène 3999 (US 00068568). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2300 m. 5 May 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: LECTOTYPE, Jørgensen, *Herzogia* 2: 465.

Annotated by H. A. Sierk, 1965, confirmed by P. M. Jørgensen, 1973, as *Leptogium papillosum* (B. de Lesd.) Dodge, *Ann. Missouri Bot. Gard.* 20: 422.

Megalospora carneoroseola B. de Lesd., Lich. Mex.: 23. 1914.

Arsène 4059 (US 00068626). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 5 February 1910. Type status: ISOTYPE, Sipman, *Biblioth. Lichenol.* 18: 173. 1983.

Annotated by H. Sipman, 1977-82, as *Catinaria versicolor* (Fée) Sipm.

Nephromium saxicola B. de Lesd., Lich. Mex.: 9. 1914 (as '*saxicolum*').

Arsène 3761 (US 00409836). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2300 m. 20 March 1910. Type status: ISOTYPE.

Annotated by C. M. Wetmore, 1960, as *Nephroma helveticum* var. *helveticum* Ach. Chemical annotations by C. M. Wetmore, 1960, and F. J. White.

Parmelia azulensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 6. 1914.

Arsène 4068 (US 00068731). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 5 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Annotated by W. L. Culberson, 1979, conidia 8-10 µ.

Parmelia conspersa var. ***nigromarginata*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 5. 1914.

Arsène 3847 (US 00068765). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Chemical annotation, usnic and fumarprotocatraric acids.

Parmelia michoacanensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 7. 1914.

Arsène 4456 (US 00068908). MEXICO, Michoacán, Jesus del Monte, Morelia, 2000 m. 8 February 1910. Collection data inside packet [Unkown]. Type status: ISOTYPE.

Chemical annotations by J. A. Elix (JAE), atranorin, secalonic-24, secalonic-30, ursolic, and zeorin.

Pertusaria arsenei B. de Lesd., Lich. Mex.: 18. 1914 (as '*arsenii*').

Arsène 3658 (US 00069131). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1900 m. 17 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Pertusaria azulensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 17. 1914.

Arsène 3947 (US 00069132). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Type status: ISOTYPE.

Pertusaria mariae B. de Lesd., Lich. Mex.: 14. 1914.

Arsène 3839 (US 00069140). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Pertusaria moreliensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 18. 1914 (as '*moreliiensis*').

Arsène 4031A (US 00069141). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4031B (US 00069141). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4404 (US 00069142). MEXICO, Michoacán, Morelia, 1950 m. 19 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4483 (US 00069143). MEXICO, Michoacán, Cerro Tejocote, Morelia, 2000 m. 8 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Pertusaria tejocotensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 18. 1914.

Arsène 4470 (US 00069156). MEXICO, Michoacán, Cerro Tejocote, Morelia, 2000 m. 8 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Placodium brouardii B. de Lesd., Lich. Mex.: 11. 1914 (as '*brouardi*').

Arsène 3806 (US 00344662). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène Brouard s.n. (US 00478952). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia,

2000 m. 21 Janvier 1910. Herb. Bouly de Lesdain label [Bouly de Lesdain], Herb. C. Sbarbaro packet [C. Sbarbaro]. Type status: ORIGINAL MATERIAL.

Placodium mexicanum B. de Lesd., Lich. Mex.: 10. 1914.

Arsène 3917 (US 00069227). MEXICO, Michoacán, Ruisseau de Santa Maria, 1950 m. 23 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotation by B. Ryan, 1992, as *Candelina mexicana* (B. de Lesd.) Poelt.

Arsène 4007 (US 00344653). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 4007 (US 00344655). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2000 m. 28 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by B. Ryan, 1987, as *Candelina mexicana* (B. de Lesd.) Poelt.

Arsène 4040 (US 00069228). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotation by B. Ryan, 1992, as *Candelina mexicana* (B. de Lesd.) Poelt.

Arsène 4443 (US 00069226). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotation by B. Ryan, 1992, as *Candelina mexicana* (B. de Lesd.) Poelt.

Placodium submexicanum B. de Lesd., Lich. Mex.: 11. 1914.

Nicolas 5647 (US 00069225). MEXICO, Puebla, Tepoxuchitl, 15 March 1910. Multigraphic label [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotation by B. Ryan, 1992, as *Candelina submexicana* (B. de Lesd.) Poelt.

Pseudophyscia speciosa var. ***mexicana*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 4. 1914.

Amable 4107 (US 00069270). MEXICO, Puebla, Acatzingo, 2100 m. July 1907. Type status: ISOSYNTYPE.

Psora concava B. de Lesd., *Bull. Soc. Bot. France* 57: 461. 1910.

Nicolas s.n. (US 00069276). MEXICO, Puebla, Pont de Mexico, 1800 m. 14 [?] November 1909. Plantae Mexicanae label [unknown], collector and collection data is possibly counterfeit. Type status: ORIGINAL MATERIAL.

Confirmed by G. Schneider, 1975; Schneider (1979, p. 101), isotypes at BM and M.

Psora nicolai B. de Lesd., Lich. Mex.: 20. 1914.

Amable 4115 (US 00432617). MEXICO, Puebla, Acatzingo, 2100 m. July 1907. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Confirmed by G. Schneider, 1976 & 1977; Schneider (1979, p. 101), as *P. concava*. Annotated by E. Timdal, 1985, as *Psora russellii* (Tuck.) A. Schneider.

Psora nigrorufa B. de Lesd., Lich. Mex.: 20. 1914.

Arsène 3841 (US 00432616). MEXICO, Michoacán, Loma Santa Maria, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Confirmed by G. Schneider, 1975; Schneider (1979, p. 101), isotype at W. Annotated by E. Timdal, 1985, as *Psorula rufonigra* (Tuck.) G. Schneider.

Psora nigrorufa f. ***terrena*** B. de Lesd., Lich. Mex., Supp. 1: 16. 1922.

Arsène 9625 (US 00432615). MEXICO, D. F., Tlalpam, 2320 m. 3 July 1913. 'With *Psora mexicana*.' Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Confirmed by G. Schneider, 1975. Annotated by E. Timdal, 1985, as *Psorula* rufonigra (Tuck.) G. Schneider + *Psora* sp. (possibly *Psora mexicana* B. de Lesd.)

Rinodina azulensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 12. 1914.

Arsène 3957 (US 00069349). MEXICO, Michoacán, Cerro Azul, Morelia, 2200 m. 5 May 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Confirmed by J. W. Sheard, 1967-1968.

Arsène 4434 (US 00069350). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 3 March 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1967-1968, non *Rinodina azulensis*.

Rinodina suboreina B. de Lesd., Lich. Mex.: 12. 1914.

Arsène 3710 (US 00069362). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Type status: LECTOTYPE, Sheard, *The Bryologist* 77: 132. 1974.

Annotated by J. W. Sheard, 1973, lectotype.

Arsène 3697 (US 00478889). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, gyrophoric acid.

Arsène 3804A (US 00478890). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, usnic, stictic, constictic, norstictic acids.

Arsène 3804B (US 00478891). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, mixture of stictic acid and gyrophoric acid chemotypes.

Arsène 3805A (US 00478888). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, gyrophoric acid.

Arsène 3805B (US 00478892). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 2000 m. 21 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, usnic, gyrophoric acid.

Arsène 3834 (US 00478893). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1950 m. 13 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Chemical annotation, usnic, gyrophoric acid.

Arsène 4422 (US 00478887). MEXICO, Michoacán, Rincón, Morelia, 1950 m. 19 March 1910. Type status: ISOSYNTYPE.

Annotated by J. W. Sheard, 1973; chemical annotation, gyrophoric acid.

Squamaria saxicola var. ***flavida*** B. de Lesd., Lich. Mex.: 13. 1914.

Arsène 3713 (US 00324316). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapote, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.

Confirmed by B. Ryan, 1990; chemical annotation, usnic, psoromic, conpsoromic, hypopsoromic and fatty acids.

Staurothele moreliensis B. de Lesd., Lich. Mex.: 29. 1914 (as '*moreliiensis*').

Arsène 4096 (US 00069386). MEXICO, Michoacán, Huerta, Morelia, 1950 m. 30 January 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.
Annotated by J. W. Thomson, 1989, no *Staurothele* present, several pieces previouly removed.

Staurothele polygonia B. de Lesd., Lich. Mex.: 29. 1914.

Arsène 4467 (US 00069389). MEXICO, Michoacán, Cerro Tejocote, Morelia, 2000 m. 8 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE.
Confirmed by J. W. Thomson, 1990.

Toninia submexicana B. de Lesd., Lich. Mex.: 25. 1914.

Arsène 3701 (US 00068037). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOTYPE. Filed as ISOTYPE of *Buellia zapotensis* B. de Lesd.

Arsène 3701 (US 00432614). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE. Also ISOTYPE of *Buellia zapotensis* B. de Lesd.
Annotated by E. Timdal, 1990, as *Toninia cinereovirens* (Schaerer) Massal.

Arsène 3717A (US 00406204). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by E. Timdal, 1990, as *Toninia cinereovirens* (Schaerer) Massal.

Arsène 3717B (US 00478937). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.

Arsène 3818 (US 00432633). MEXICO, Michoacán, hills west of Zapota and Morelia, 1900 m. 2 February 1910. Collection data inside packet [Arsène]. Type status: ISOSYNTYPE.
Annotated by E. Timdal, 1990, as *Toninia cinereovirens* (Schaerer) Massal.

AIDE À LA DÉCISION DANS LE CHOIX DES MÉTHODES DE CULTURE DES BRYOPHYTES :

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE CRITIQUE

Pierre CORRADINI

Laboratoire d'écologie végétale, U.R.A. C.N.R.S.1853,
Université de Rennes I,
Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes Cédex, France

RÉSUMÉ — Les bryophytes constituent un matériel pratique et intéressant pour des études de laboratoire nécessitées par des disciplines aussi différentes que la taxonomie, l'écologie, la physiologie ou la génétique. Pourtant bien que leur culture soit un passage obligé des expérimentateurs le manque d'articles de fond et de protocole standardisé fait défaut.

Après avoir identifié les inconvénients des cultures bryophytiques, une bibliographie d'une soixantaine d'articles permet la description de quatre types de méthodologies en fonction du substrat. Une aide à la décision dans le choix de la méthode de culture est proposée. Elle tient compte des problématiques de diverses disciplines. Elle se fonde sur les conditions de stérilité, la constitution du liquide nutritif, le type de matériel végétal, les conditions générales de culture : saisonnalité, lumière, température, humidité, arrosage.

Cette synthèse s'achève par une critique comparée des diverses techniques exposées et tente d'expliquer pourquoi il y a aussi peu d'articles de fond sur la culture des bryophytes.

SUMMARY — Bryophytes constitute an interesting and useful material for mainly different laboratory studies, such as taxonomy, ecology, physiology and genetics. Despite cultivation experiments are essential investigating meaning, there is a lack of leading articles and standardized methods.

After listing difficulties of bryophyte cultures, a survey of about sixty articles leads to point out of four kinds of technics based on different substratum. An advice to choose a culturing method is suggested. This help takes into account the purpose of different researches. It is related to sterilization conditions, constitution of the culture medium and growth conditions such as season, light, temperature and moisture.

This review ends in a comparative criticism of the main technics discribes above, and tries to understand why very few papers exist about this subject.

INTRODUCTION

Plusieurs caractères particuliers des bryophytes comme leur croissance clonale ou la dominance de la phase haploïde dans leur cycle biologique, font qu'ils sont aujourd'hui l'objet d'un regain d'intérêt. Mais la façon de les conserver ou de les cultiver reste éparse dans la littérature. Les écologistes les ont utilisés comme modèles

pour de nombreuses études sur la dynamique des populations (Watson 1975, 1979, 1980 ; Clément 1985, 1986, 1987), la structure des communautés (During & Horst 1987, Clément & Touffet 1982, 1988), la compétition (Glime & Li 1992), les niches écologiques (Slack 1982), les stratégies adaptatives (During 1979). De même les physiologistes travaillent sur des tissus bryophytiques, Burkholder (1959) & Basile (1964) pour préciser la physiologie des espèces, Hallet (1974, 1977) pour comprendre la croissance et la division cellulaire, Bopp (1962, 1965) pour comparer la formation des bourgeons sur protonéma primaire et sur protonéma de régénération, Schneider *et al.* (1967) pour extraire des composants, Inoue (1981) pour tester des substances chimiques. Le choix de ce matériel végétal par des disciplines aussi différentes peut être attribué à deux caractéristiques inhérentes aux bryophytes et fait de ce groupe un modèle robuste cadrant bien avec les contraintes spatio-temporelles de la recherche.

— Ce sont des végétaux **chlorophylliens**, pour la plupart **de petite taille**, ce qui permet de collecter des plantes entières, de les transplanter, de les conserver en laboratoire, de rassembler plusieurs espèces ou d'en observer un grand nombre sur des surfaces réduites.

— Ils présentent **une phase gamétophytique haploïde prépondérante** sur la phase sporophytique diploïde et constituent un modèle de choix dans l'étude de la variabilité, de la génétique des populations, et de l'action de la sélection naturelle.

Plusieurs auteurs ont eu besoin de tester leurs hypothèses en réalisant des cultures de bryophytes, pourtant peu l'ont fait (Shaw 1987). Bell (1980) insiste sur la nécessité de publier les méthodes. McQueen (1991) déplore leur trop faible utilisation en bryologie et souligne qu'il y a encore beaucoup à gagner à réaliser des cultures. Pourtant nombreux sont les auteurs de ces 10 dernières années à affirmer que la culture des bryophytes est aujourd'hui facilitée par l'existence de méthodes bien définies utilisant des techniques modernes (Zander 1981, Shaw 1986, McQueen 1991), Glime (1982) parle même de routine.

La présente revue ne cherche pas à établir un catalogue exhaustif de toutes les méthodes de mise en culture des bryophytes, mais plus à apporter un certain nombre de réponses aux questions que soulèvent ces expérimentations. Son intérêt est de permettre le choix rapide d'une méthodologie expérimentale objective et reproductible en vue d'études adaptées à la problématique de chacun. Cet article a initalement été écrit pour mettre au point une méthode d'étude de la ramification du « rhizome » des polytrics acteur essentiel des successions observées et décrites en Bretagne intérieure (Forgeard & Touffet 1979, Gloaguen 1984).

Cette synthèse s'intéresse aux bryophytes à l'exception toutefois des sphaignes dont l'écologie et la mise en culture feraient à elles seules l'objet d'une autre revue.

I — Les inconvénients de la culture des bryophytes : des méthodes peu utilisées

Les premières cultures débutent d'après Lal (1984) par les travaux de Vochtin en 1885, Goebel en 1908, Lang en 1909, pionniers des cultures axéniques. Dans sa revue, Geldreich (1949) attribue les premiers liquides nutritifs pour bryophytes à Marchal et Marchal en 1906 et Drachnowski en 1907. En taxonomie Buch de 1922 à 1933 travaille sur la systématique des hépatiques (*in* McQueen 1991). Malgré ces débuts précoces les bryologues restent réticents à l'emploi des cultures. Cinq points peuvent en être la cause :

1 — Les cultures de mousses sont coûteuses en temps (Shaw 1987, McQueen 1991), mais le temps consacré dépend de la méthode utilisée.

2 — Les techniques sont trop difficiles (McQueen 1991). La méthode de culture classique fait appel aux techniques microbiologiques de stérilisation. Elle nécessite de produire des milieux de culture et des substrats stériles, de stériliser la surface des propagules, et de réaliser un ensemencement dans les mêmes conditions (Shaw 1987). Autant de savoir-faire qui ne sont pas forcément réalisables ou même connus par les bryologues.

3 — Les contaminations fongiques et algales restent un handicap (Shaw 1987) qui ruine parfois tous les efforts demandés par les techniques de culture *in vitro*. Mais Voth (1945 *in* Schelpe 1952) a testé plusieurs algostatiques avec succès.

4 — La morphologie est perturbée par les conditions de culture. Sur substrat gélosé les tiges feuillées se développent parfois anormalement (Ward 1964). De plus, sur gélose, le repiquage est nécessaire pour avoir des pieds feuillés (Bell 1980). Lorsque la culture dure plusieurs mois, sur le substrat d'origine, Richards (1947) observe que le développement de cyanobactéries peut entraîner une surcroissance. Lal (1987) confirme une action positive de certaines bactéries et moisissures sur la germination des spores.

5 — La bibliographie et les méthodes standardisées sont absentes. Inoue (1981) en réponse à Bell (1980) rappelle qu'en « fonction de l'objectif de l'étude différentes techniques peuvent être employées ».

II — Les quatre grands types de méthodes de culture

Devant l'hétérogénéité des méthodes utilisées par les auteurs, il semble que les techniques à mettre en œuvre sont principalement fonction du type de substrat. (Tabl. 1)

1) Les substrats particulaires (Méthode I) — Qu'ils soient naturels, la terre d'origine (Richards 1947), ou artificiels, le sable décalcifié (Schelpe 1952), la vermiculite (Proskauer 1969) ou la perlite (Schneider *et al.* 1967), les auteurs fournissent des recommandations communes.

Les substrats sont stérilisés avant d'être utilisés ce qui réduit de façon importante les contaminations fongiques ou bactériennes, mais aussi le parasitage des cultures par d'autres bryophytes (Shaw 1986). Schofield (1985) dans sa revue de quelques méthodes de cultures conseille un passage à l'autoclave. Shaw (1986) préconise un étuvage stérilisant. Dans le cas du sable, Schelpe (1952) et Basile (1964) préconisent un traitement de 24h à l'acide dilué afin de détruire les carbonates et la matière organique puis un passage à l'autoclave de 15 à 20 minutes à 120°C.

2) Les substrats souples (Méthode II) — C'est la technique de Berrie (1951) sur papier et celles de Schneider *et al.* (1967) ou de Geldreich (1948) sur fibre de verre, celle enfin de Berthier (1972) sur tampon salivaire de cellulose. Dans les trois cas le substrat est inerte, il peut ou non être stérile, et sert de support d'ancrage pour des espèces aériennes, cultivées en fait de façon hydroponique.

Berrie (1951) roule une bande de papier qu'il place à l'intérieur d'un tube à essais contenant un peu d'eau. Les échantillons de mousses sont placés à l'intérieur du tube sur le papier. Le tube bouché est exposé à la lumière du jour. L'espèce se développe sans infections algales ou fongiques en atmosphère saturante. Les autres auteurs utilisent des disques de fibre de verre qu'ils placent sur un support en matière plastique à l'intérieur de boîtes en verre contenant un liquide nutritif. Les échantillons

Tabl. 1 — Principales méthodes de culture des bryophytes de la bibliographie. Le classement est déterminé par rapport au type de substrat.

	SUBSTRAT	CONTENANT	AUTEURS
Méthode I	1 Terre d'origine	2 Pots de Terre Pot en plastique	RICHARDS P.W. 1947 SHAW J. 1986
	2 Sable décalcifié	Boîte de Pétri Flacon en verre 60 ml	SCHELPE E.A. 1952 BASILE D.V. 1964
	3 Vermiculite	2 Pots de Terre Boîte de verre	SCHNEIDER M. *et al.* 1967 PROSKAUER J.1969
	4 Perlite	2 Pots de Terre	SCHNEIDER M. *et al.*
Méthode II	5 Fibre de verre	Tube à essai coudé Boîte en plastique	GELDREICH E.E. 1948 SCHNEIDER M. *et al.* 1967
	6 Papier Papier filtre Tampon cellulosique	Tube à essai Boîte de Pétri Tube à essai	BERRIE G.K. 1951 MILLER N. G. *et al.* 1977 BERTHIER J. 1972
Méthode III	7 Gélose	Boîte de Pétri Boîte de Pétri Erlenmeyer 250 ml	KOFLER L. 1959 WARD M. 1964 LUKAVSKY J. 1991
Méthode IV	8 Liquide nutritif	Boîte de Pétri Flacon de verre 4l Fermenteur 6l.	NEHIRA K. 1966 SCHNEIDER M. *et al.* 1967 NAEF J. & SIMON P. 1978

sont déposés sur la fibre de verre humidifiée. Miller *et al.* (1976) combinent les deux procédés en disposant des disques de papier filtre dans des boîtes de Pétri.

3) Les substrats gélosés (Méthode III) — Réalisée habituellement en boîtes de Pétri, cette méthode est directement héritée des techniques de microbiologie. Schneider *et al.* (1967) l'attribuent à Miller *et al.* (1962), mais Iverson (1957), Burkholder (1959) et Ward (1960) traitent déjà d'expériences faisant intervenir des substrats gélosés. Tout le matériel employé est stérilisé, cette méthode est strictement axénique en particulier à cause de la gélose qui est également un substrat pour les êtres hétérotrophes, comme certains parasites des cultures de bryophytes.

4) Les substrats liquides (Méthodes IV) — Comme précédemment, cette méthode est strictement axénique et n'est maintenant réalisée que dans des récipients

équipés de filtre à air et contrôlés en lumière, température, et pH (Schneider *et al.* 1967, Naef *et al.* 1978). Schofield (1985) attribue cette technique à Nehira (1966). Un liquide nutritif est mis après passage à l'autoclave dans le « fermenteur » qui est hermétiquement clos. L'ensemencement se fait à partir de spores ou de fragments bryophytiques stériles.

III — Le choix de la méthode : quelles techniques employer ?

La méthode à employer est fonction des préoccupations de la discipline dans laquelle se poursuit l'investigation. Le problème de l'expérimentateur se pose en terme de choix bien identifiables.

1 — Le premier choix est de savoir si les conditions de stérilité sont absolues ou si elles peuvent être partielles. Toutes les méthodes de la littérature à l'exception de celles proposées par Richards (1947) et Shaw (1986) peuvent être maintenues stériles et sont susceptibles de fournir des cultures axéniques. Si la stérilité est nécessaire le contenant du substrat sera soit une boîte, soit un flacon en verre ou en plastique possédant une fermeture (Tabl. 1). La condition de stérilité est facilitée par l'emploi d'un substrat artificiel ce qui nécessite l'emploi d'un liquide nutritif (Tabl. 2).

2 — Le choix du liquide nutritif. Geldreich (1949) réunit pour la première fois 18 compositions employées dans la culture des hépatiques depuis le début du siècle. Il est suivi par Nehira (1964) qui reprend son travail et l'étend aux mousses, mais c'est Basile (1975) qui réalise la synthèse la plus pertinente. Sur une étude de 18 compositions (ce qui fait en réalité beaucoup plus d'auteurs) seuls 3 ont servi de base aux autres. Sans prendre parti ni orienter le choix du lecteur, il tire 7 remarques quant à l'utilisation des milieux par la plante :

— Tous les sels utilisés pour obtenir les principaux éléments minéraux ne conviennent pas de façon égale.

— Il y a des besoins nutritifs différents pour différentes espèces et pour une même espèce à différents âges.

— Chacun des ions constitutifs d'un sel n'est pas absorbé à part égale par la plante.

La capacité d'une plante à absorber un élément essentiel est fonction des autres ions de la solution, de leur concentration, et des interactions qu'ils peuvent avoir avec cet élément.

— La capacité d'une plante à absorber un ion est aussi partiellement fonction de la concentration en sels du milieu de culture.

— La forme sous laquelle l'apport en azote est effectué (NH_4^+ ou NO_3^-) peut dépendre de la plante et du pH qui affecte le taux de croissance et le mode de développement.

— Le pH de la solution est fortement influencé par le rapport NH_4^+/NO_3^- et peut être profondément influencé par un changement d'équilibre consécutif à l'absorption préférentielle de l'un des ions.

En règle générale, les auteurs passent à l'autoclave le milieu qu'ils ont choisi, même si leur recherche ne nécessite pas la stérilité absolue. L'objectif est le même que pour le substrat ou le récipient de culture, de limiter la première infection algale et bactérienne au sens de Schelpe (1952).

Tabl. 2 — Liquides nutritifs les plus utilisés dans les expériences de mise en culture des bryophytes au cours des 40 dernières années (complété d'après McQueen 1991).

Genre	Liquide	Auteur(s)
Amblystegium	KNOP	Kato & Watanabe (1982)
Anisothecium		Vashistha & Chopra (1987)
Anoectangium		Vashistha & Chopra (1987)
Atrichum		Miles & Longton (1987)
Bryum		Longton (1981)
Fontinalis		Glime & Knoop (1986)
Hyophila		Sharma & Chopra (1986)
Macromitrium		Une (1985 a, b)
Pogonatum		Chopra & Sharma (1958)
Oligotrichum		Chopra & Sharma (1958)
Jubula	BOLD	Guerke (1978)
Scapania		Zehr (1980)
Funaria		Dietert (1979)
Weissia		Dietert (1979)
Hyophila	NITSCH	Sharma & Chopra (1986)
Hymenostylium		Mehta (1988)
Campylopus		Mehta (1988)
Microdus		Mehta (1988)
Anthoceros	BENECKE	Takami et al. (1988)
Frullania		Iverson(1957)
Jubula		Guerke (1978)
Pellia		Zielinski (1987)
Physcomitrium		Meyer (1942)
Pogonatum		Chopra & Sharma (1958)
Oligotrichum		Chopra & Sharma (1958)
Pohlia	HOAGLAND	Clarke & Greene (1971)
Pottiaceae		Zander (1979)
Tortula		Mishler (1985, 1986)

3 — Le troisième choix porte sur ce qu'il est nécessaire d'obtenir et d'observer : filaments protonématiques, tissus, gamétophytes, colonies entières. Ce choix est bien évidemment fonction du matériel végétal collecté à l'origine, mais aussi de la durée de l'expérience.

Bell (1980) dresse une liste de ce qu'il nomme « le point de départ ».

Les spores : Les capsules matures stockées au sec présentent le moins de perte de viabilité (Bell 1980). Leur désinfection par des trempages successifs dans des solutions stérilisantes (habituellement des composés chlorés) puis dans l'eau distillée (Schelpe 1952, Ward 1960, Naef *et al.* 1978) augmente encore les chances de succès. L'extraction de la capsule se fait à l'aide d'aiguilles stériles et les spores sont récupérées en milieu liquide. Basile (1960) réalise l'ensemencement de son milieu par injection à l'aide d'une seringue. Aucun des auteurs cités ne s'est risqué à cultiver des spores en milieu septique ce qui fait que les méthodes III et IV sont les plus appropriées dans ce cas.

Les fragments gamétophytiques : Signalés comme propagules naturelles (Correns 1899, Miller *et al.* 1976), ils semblent être un important moyen de propagation (Brown 1982). Cet important pouvoir de régénération, tel qu'il a été décrit par Gay (1970), permet l'obtention de matériel végétal plus rapidement qu'avec les spores (Ward 1960). Malgré sa complexité, il peut être intéressant de savoir que Basile (1972) a proposé une méthode de stérilisation de petits fragments végétaux. De plus, il semble que les fragments gamétophytiques conservent assez longtemps un pouvoir de régénération. Sur une centaine d'échantillons de Pottiacées conservées environ 5 ans, Zander (1979) signale un taux de reviviscence de plus de 50 %.

La méthodologie concernant la culture de fragments est due à Shaw (1986). Il prélève des tiges entières dans la nature, les lave à l'eau distillée, les dessèche 3 jours à l'étuve pour enlever les particules de terre restantes, puis il les broie en une fine poudre. La régénération est possible à partir d'un gamétophyte entier, mais elle est fortement dépendante de la taille des fragments (Gay 1970, Brown 1982). Le broyage facilite donc la régénération.

Les colonies entières : Le principal problème est comme le souligne Bell (1980) le maintien des jeunes colonies, comme celles prélevées sur le terrain. Les transplantations doivent être faites avec le substrat d'origine à partir d'une colonie entière en conservant sa forme (Glime 1982). En effet, les conditions microclimatiques internes sont capitales dans la survie de la touffe (Proctor 1984). Pour Bell (1980) ce maintien des colonies est fonction des conditions environnementales et surtout du régime d'arrosage.

4 — Les conditions générales de cultures sont rarement décrites clairement et en totalité. Il s'agit là de la lumière, de la température, de l'hygrométrie, mais aussi de la période de culture et de l'arrosage.

Sauf pour les expériences qui portent sur ces facteurs, les auteurs essaient, comme le conseille Richards (1947), de s'approcher le plus possible des conditions environnementales naturelles. Dans ce but, certaines cultures sont conduites en extérieur ou en serre et les conditions générales sont les conditions climatiques régionales tamponnées ou non par l'effet de serre.

Ces conditions sont des choix importants pour l'expérimentateur car le type biologique (Mägdefrau 1982) est en relation très étroite avec le micro-environnement de la bryophyte (Proctor 1987). Elles dépendent essentiellement des exigences écologiques des espèces mises en culture et ces exigences sont souvent mal connues. Les

auteurs sont donc contraints de procéder par tâtonnement et, dans leurs publications, à éluder ces questions embarrassantes. Néanmoins, certaines données éparses existent dans la littérature. S'il est possible d'en faire la liste il faut préciser que tous ces facteurs sont étroitement liés.

La date de mise en culture : Aucun auteur ne précise quand collecter les échantillons sur le terrain, ni quand réaliser la culture. Il semble donc que ce paramètre n'ait pas une action cruciale et pourtant Richards (1947) et Ward (1960) précisent que les cultures réussissent mieux en automne et au printemps.

L'apport et la quantité de lumière : La lumière est généralement fournie par des tubes fluorescents à raison d'une photopériode 12D/12L (Southorn 1977, Inoue 1981). La quantité de lumière varie entre autre en fonction de la distance à la source ; elle est donc d'un intérêt pratique limité. Par contre, Chopra & Bhatla (1983) *in* McQueen (1991) montrent qu'il y a une réponse photopériodique chez les bryophytes qui s'étend de 3 à 10 000 Lux, mais les valeurs couramment rencontrées sont de l'ordre de 500 à 3000 Lux. Un point sur lequel s'accorde nombre d'auteurs (Richards 1947, Schelpe 1952, Zander 1979) est l'incidence des rayons du soleil. Un éclairement solaire direct nuit aux cultures ; il convient donc de veiller à ce qu'elles bénéficient d'un certain ombrage.

La température (Tabl. 3) : Comme le confirme Frahm (1990), de la température et de la respiration dépendent des échanges gazeux de la photosynthèse. Les températures trop basses bloquent les synthèses métaboliques et les températures trop élevées dénaturent les protéines et sont léthales. Les auteurs ont donc cultivé avec une gamme de température de l'ordre de 5 à 30°C. Les températures de l'ordre de 10 à 20°C sont plus communément employées pour faire croître les gamétophytes et/ou les colonies. Schneider *et al.* (1967) utilisent 18°C pour *Marchantia polymorpha* ; Southorn (1977) utilise 18°C pour *Funaria hygrometrica* ; Bell (1980) préconise 15°C. Au contraire, des températures de l'ordre de 20 à 25°C sont utilisées pour les études à but physiologique sur la germination des spores et les protonémas (Kofler 1959, Naef *et al.* 1978).

L'humidité relative : Comme le souligne Zander (1981), qui propose un procédé permettant une certaine régulation, le degré d'hygrométrie est un facteur difficile à contrôler. Le degré d'hygrométrie ne semble avoir d'importance que lorsqu'il y a développement protonématique. Qaund la culture est réalisée dans un flacon (Basile 1964) ou en boîte close, il n'y a pas le risque de dessèchement de la surface du substrat que signale Shaw (1986). C'est pourquoi lors de régénération à partir de gamétophytes, il est conseillé de recouvrir le récipient de culture avec un film plastique ou une plaque de verre.

Le mode d'arrosage : Les cultures sur substrat artificiel ou assimilé nécessitent l'emploi d'un liquide nutritif. L'apport en eau est réalisé du même coup par l'eau distillée utilisée comme solvant des sels. Dans le cas des cultures sur sol, Richards (1947) recommande l'emploi d'eau distillée au lieu de l'eau potable de ville à cause, comme le signale après lui McQueen (1991), de la forte charge de ces eaux en ions métalliques et en particulier en cuivre nocif à la croissance des plantes. Glime (1982) pour les mêmes raisons utilise de l'eau de pluie. Mais le plus délicat en ce qui concerne l'arrosage reste l'estimation de la fréquence. Pour Bell (1980) « le détrempage des cultures est facilement le pire ennemi ». Et encore actuellement il semble que, comme le disait Richards (1947) « les besoins exacts de chaque espèce ne peuvent être appris que par l'expérience ».

Tabl. 3 — Températures utilisées pour les cultures de bryophytes : (1) d'après Frahm 1990 (l'auteur précise qu'il s'agit des températures optimum), (2) d'après McQueen 1991, (3) données originales de la bibliographie. Les Sphaignes prises en comptes par Shaw (1986) ont été conservées dans ce tableau.

AUTEURS	ESPECES*	TEMPERATURE	SOURCE
IVERSON 1957	17 espèces de *Frullania*	14-28 °C	(3)
MILLER et AMBROSE 1976	17 espèces de Mousses arctiques	8 °C	(3)
BURKHOLDER 1959	*Atrichum undulatum*	≈22 °C	(3)
WIGH 1975	*Brachythecium* sp.	10-19 °C	(2)
RASTORFER 1970	*Bryum antarcticum*	5 -10 °C	(1)
RASTORFER 1971	*Bryum sandbergii*	20 °C	(1)
RASTORFER & HIGINBOTHAM 1968	*Bryum sandbergii*	24-30 °C	(1)
LONGTON 1981	*Bryum* sp.	1-30 °C	(2)
KALLIO & KARENLAMPI 1975	*Dicranum elongatum*	10 °C	(1)
HICKLENTON & OECHEL 1977	*Dicranum fuscescens*	14-20 °C	(1)
STALFELT 1937	Espèces de forêt	15-20 °C	(1)
SOUTHORN 1977	*Funaria hygrometrica*	18 °C	(3)
KOFLER 1959	*Funaria hygrometrica*	24-2 5 °C	(3)
NAFF et SIMON 1978	*Funaria hygrometrica*	25 °C	(3)
ROMOSE 1940	*Homalothecium sericeum*	10 °C	(1)
GUERKE 1978	*Jubula* sp.	10-18 °C	(2)
VOGELPOEL 1982	*Lophocolea* sp.	10-20 °C	(2)
HATCHER 1967	*Lophocolea* sp.	18-20 °C	(2)
INOUE 1981	*Makinoa* sp.	10-15 °C	(3)
SCHNEIDER *et al.* 1967	*Marchantia polymorpha*	18-20 °C	(3)
SCHNEIDER *et al.* 1967	*Marchantia polymorpha*	19 °C	(3)
INOUE 1981	*Pallavicinia* sp.	10-15 °C	(3)
FRAHM 1990	*Plagiomnium rhynchosphorum*	15 °C	(3)
INOUE 1981	Plusieurs Hépatiques	10-15 °C	(3)
HUGHES 1962	*Pogonatum aloides*	27 °C	(3)
WARD 1960	*Polytrichum commune*	≈ 23 °C	(3)
BAZZAZ *et al.* 1970	*Polytrichum juniperinum*	10 °C	(1)
GAY 1970	*Polytrichum juniperinum*	20 °C	(3)
HUGHES 1962	*Polytrichum piliferum*	27 °C	(3)
TALLIS 1959	*Racomitrium lanuginosum*	13-15 °C	(1)
KALLIO & KARENLAMPI 1975	*Racomitrium lanuginosum*	5 °C	(1)
RUDOLPH 1968	*Sphagnum magellanicum*	18 °C	(1)
MAC QUEEN 1989	*Sphagnum* sp.	20-25 °C	(2)
LANE 1981	*Sphagnum* sp.	20-30 °C	(2)
RAHMAN 1972	*Sphagnum* sp.	21-25 °C	(2)
MISHLER 1985	*Tortula* sp.	10-22 °C	(2)

* Nomenclature utilisée par les auteurs.

DISCUSSION

Il est relativement délicat de formuler des critiques à l'encontre de telle ou telle méthode. L'histoire de chaque expérimentateur et les contraintes de sa recherche vont faire qu'il trouvera plus aisé de manipuler de la gélose et des boîtes de Pétri que des pots et de la terre. Néanmoins, il faut quand même signaler que les méthodes de type I sur substrat particulaire et celles de type III sur substrat gélosé sont de loin les plus employées (Tabl. 4).

Tabl. 4 — Synthèse des conditions de culture employées par les principaux auteurs.

AUTEURS	ESPECES	RECIPIENT	LIQUIDE	MILIEU	LUMIERE	TEMPERATURE	ELEMENT DE PROPAGATION
KOFLER L.,1959	*Funaria hygrometrica*	Boîte de Pétri	KOFLER "A" "B"	Gélose 12 g/l	1900-2100 Lux	24-25 °C	Spores
FRAHM J. P., 1990	*Plagiomnium rhynchophorum*	Boîte plastique	Eau distillée+ "Substral" 0,7 ml/l	sans	1500 Lux 12 D/L	15 °C	Ensemble de gamétophytes
RICHARDS P.W., 1947	≈ 20 espèces	Pot de fleur	Eau distillée Eau du robinet	Terre d'origine	Conditions extérieures ambiantes		Touffe entière Gamétophytes isolés
SCHELPE E.A., 1952	*Pottia davalliana* *Pottia truncata* *Fossombronia wondraczekii* *Riccia glauca* *Riccia sorocarpa* *Anthoceros punctatus*	Boîte de Pétri	VOTH (1941)	Sable	Conditions de serres		Spores
SHAW J.,1986	12 espèces de mousses	Pot plastique	Eau	Terre d'origine Sable lavé	Conditions de serres		Fragments gamétophytiques
SCHNEIDER M. J. *et al.*, 1967	*Marchantia polymorpha*	Pot de fleur	VOTH N° 5 (1943)	Vermiculite Perlite	800-1200 Ft-c 12 D/L ou 6D/18L	18-20 °C	Fragment de thalle
SCHNEIDER M. J. *et al.*, 1967	*Marchantia polymorpha*	Boîte de Pétri	VOTH N° 5 (1943)	Gélose	90 Ft-c 24L ou 6D/18L	19 °C	Fragment de thalle
BASILE D. V., 1964	*Scapania nemorosa*	Bouteille à sérum 60 ml	*	Sable lavé	* 24L		Propagules
BERRIE G. H., 1951	*Lejeunea* sp.	Tube à essai	Eau	Papier	Conditions intérieures ambiantes		Gamétophyte
INOUE H.,1981	*Pallavicinia* sp. *Makinoa* sp. + autres Hépatiques	Plat 20 cm Ø	*	*	2000 Lux 12D/L	10-15 °C	*
IVERSON G. B., 1957	17 espèces de *Frullania*	Tube à essai	BENECKE (1903)	Liquide nutritif	11-180 Ft-c 18L/6D 50 Ft-c 12D/L	14-28 °C	Spores
SOUTHORN A. L.D., 1977	*Funaria hygrometrica*	Erlenmeyer 100 ml	VOTH (1943) N° 5 et 6	Gélose	3000 Lux 12 D/L	18 °C	Spores
BURKHOLDER P. R., 1959	*Atrichum undulatum*	Tube bouchon à vis	BEIJERINCK (1898)	Gélose	200 à 400 Ft-c	≈ 22 °C	Spores
WARD M.,1960	*Pogonatum commune*	Bocal en pyrex	KNUDSON	Gélose	50 à 80 Ft-c	≈ 23 °C	Spores
ZANDER R. H., 1979	Pottiaceae	Boîte plastique Boîte verre	HOAGLAND + Eau	Perlite	Conditions ambiantes		Gamétophyte
HUGHES J. G., 1962	*Polytrichum aloides* *Polytrichum piliferum*	Pot en verre	Eau	Terre d'origine	6L/18D ou 18L/6D	27 °C	Touffe entière
NAFF J. et SIMON P., 1978	*Funaria hygrometrica*	Fermenteur 6 l	HELLER (1953) KOFLER (1959) "A"	Liquide nutritif	3000 Lux	25 °C	Spores
GELDREICH J. R., 1948	*Leucolejeunea clypeata*	Tube à essai coudé dans le bas	GELDREICH (1948) + Eau distillée	Fibre de verre	*	*	Spores
GAY L.,1970	*Polytrichum juniperinum*	Tube à essai et Boîte de Pétri	KOFLER "A"	Gélose	1600 Lux 24 D/L	20 °C	Gamétophyte
MILLER N. G. et AMBROSE L.J.H., 1976	17 espèces de mousses arctiques	Boîte de Pétri	KNOP 1 %	Papier filtre	1600 Lux 24 L	8 °C	Fragments gamétophytiques

Malgré leur emploi récent par Miller & Ambroise (1976) les méthodes de type II restent relativement anecdotiques, en particulier celle de Berrie (1951) qui est plus un moyen de conservation de petits bryophytes qu'une réelle technique de culture. Le procédé de Schneider *et al.* (1967) hérité de Voth & Hammer (1940) puis, Voth (1941) sur fibre de verre, par contre, présente quelques avantages :

— dans l'étude des hépatiques à thalle qui n'ont pas besoin d'un important encrage en profondeur, telle celle réalisée par ces auteurs sur *Marchantia polymorpha*,

— mais également dans l'étude de la nutrition minérale car la fibre de verre sert à la fois de mèche et de support sur milieu liquide.

— le principal inconvénient semble être la contamination algale. Comme le signalent eux-mêmes les auteurs qui ont comparé plusieurs méthodes, cette technique est d'entretien difficile. Le même inconvénient est noté par Miller & Ambroise (1976).

Les méthodes de type IV, directement sur liquide nutritif, ne sont plus utilisées que pour étudier la germination des spores ou les tissus protonématiques. Du fait de leur caractère obligatoirement axénique, elles nécessitent un matériel d'autant plus important (Naef *et al.* 1978) que l'on souhaite contrôler les paramètres du milieu. Elles ne permettent évidemment pas le développement d'un gamétophyte normal pour les espèces aériennes, ce qui restreint d'autant l'emploi de ces méthodes à des aspects particuliers de la physiologie des cormophytes inférieurs. Bien maîtrisées, elle présentent pourtant l'avantage de fournir rapidement une grande quantité de tissus végétaux (Schneider *et al.* 1967).

La méthode III qui repose sur l'emploi des liquides nutritifs gélosés, est de loin la technique la plus citée dans la littérature (Iverson 1957, Kofler 1959, Burkholder 1959, Ward 1960, 1964, Schneider *et al.* 1967, Southorn 1977), mais c'est aussi la plus critiquée. Outre les difficultés méthodologiques (Shaw 1986) rappelant par leur caractère axénique les cultures sur milieu liquide, le problème majeur réside dans le maintien des cultures sur de longues périodes (Basile 1964). Les principaux inconvénients sont les suivants :

— importante dessiccation naturelle de la gélose ;

— appauvrissement du substrat qui induit des carences en certains ions et donc des individus chétifs ou étiolés ;

— difficulté d'ancrage des gamétophytes qui prédestine ces milieux à la « nurserie » plutôt qu'à la pépinière et contraint l'expérimentateur à faire des repiquages ;

— difficulté de conservation de la stérilité en raison d'une moindre résistance du milieu aux agents infectieux tels que les algues et les bactéries.

Malgré ces difficultés, il ne semble pas y avoir de meilleure méthode pour étudier et observer facilement la germination des spores et le protonéma (Kofler 1959). Mais surtout c'est l'une des rares techniques qui permette de contrôler l'origine génétique du matériel étudié. Ce dernier argument est la raison de leur succès encore actuel, principalement auprès des taxonomistes.

Les méthodes de type I, sur substrats solides « naturels », sont comparativement plus simples d'un point de vue protocole. Elles cherchent toutes à imiter au mieux les conditions naturelles en suivant en ce sens les recommandations de leur initiateur, Richards (1947). Elles ne demandent pas une stérilité absolue ce qui facilite leur mise en place. Elles n'empêchent pas de réaliser une stérilité partielle en passant à l'autoclave le récipient de culture et le substrat (Schelpe 1952), favorisant ainsi le démarrage de la culture au moment où elle est la plus fragile. Ces méthodes n'empêchent pas non plus de conduire les cultures de façon tout à fait aseptique (Basile 1964). Leurs principaux avantages résident dans le degré d'artificialisation des substrats employés.

Tabl. 5 — Table d'aide à la détermination de la méthode de culture des bryophytes en fonction des contraintes dues à l'objet de l'étude et au choix du mode de propagation.

Contraintes liées à l' objet de l'étude	Durée	Courte			Longue
	Asepsie	Obligatoire			Délicate
	Solution nutritive	Obligatoire			Facultative
	Substrat & Méthode	Liquide Nutritif **Méthode IV**	Substrats gélosés **Méthode III**	Substrats synthétiques **Méthode II**	Terre originelle **Méthode I**
Mode de Propagation.	Spores	++ Favorable	++ Favorable	+- Possible	++ Probable
	Fragments	- Probable	+- Possible	+ Délicat	++ Favorable
	Colonies	-- Improbable	-- Improbable	+- Possible	++ Possible

En définitive s'il y a aussi peu de méthode standardisées en matière de culture des bryophytes, c'est qu'il est impossible de proposer une panacée sans connaître l'objet de l'étude. Néanmoins, le tableau 5 se propose de guider l'expérimentateur.

Les contraintes généralement imposées par les auteurs touchent : la nutrition minérale, l'asepsie, et la durée de l'étude. A cela s'ajoute un choix primordial qui déterminera la technique à utiliser, c'est la partie du végétal qui permettra la propagation. Le type de substrat et donc la méthode de culture employée sera la résultante de la combinaison entre les contraintes dues à l'objet de l'étude et le choix du mode de propagation.

Dans le cas particulier de la ramification des Polytrics nous avons opté après avoir testé plusieurs méthodes de types I et II pour une méthode dérivée du type I. Réalisée à partir de gamétophytes feuillés la technique employée s'inscrit impérativement dans la durée et peut se conduire en conditions septiques. Les résultats qui s'insèrent dans un programme de recherche sur les processus dynamiques et les stratégies colonisatrices des mousses en coussins du genre *Polytrichum* donneront ultérieurement lieu à publications.

BIBLIOGRAPHIE

BASILE D. V., 1964 — New procedures of Bryophyte culture which permit alteration of the culture medium during the life cycle. *The Bryologist* 67 : 141-146, 4 fig.

BASILE D. V., 1972 — A method for surface-sterilizing small plant parts. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 99 : 313-316.

BASILE D. V., 1975 — A comparison of some macronutrient media used to culture bryophytes. *The Bryologist* 78 : 403-413.

BELL B. G., 1980 — Cultivation of mosses. *The Bryological Times* 2 : 1-2.

BERRIE G. H., 1951 — Culture of small bryophytes. *Transactions of the British Bryological Society* 1 : 485.

BERTHIER J., 1972 — Recherches sur la structure et le développement de l'apex du gamétophyte feuillé des Mousses. *Revue bryologique et lichénologique* 38 (3-4) : 421-551.

BOPP M., 1965 — Entwicklungsphysiologie der Moïse. *In* : Handbuch der Pflanzenphysiologie 15 (I). Pp. 802-814.

BROWN, 1982 — Mineral Nutrition. *In* : A.J. E. SMITH Bryophyte Ecology. London-New-York, Chapman and Hall. Pp. 383-444.

BURKHOLDER P. R., 1959 — Organic nutrition of some mosses growing in pure culture. *The Bryologist* 62 : 6-15.

CHOPRA R. N. and BHATLA S. C., 1984 — Chemical control of reproduction in some Bryophytes. *Phytomorphology* 33 (1-4) : 1-12.

CLEMENT B., 1985 -Structure et dynamique de deux populations de *Polytrichum commune* des landes et tourbières des Monts d'Arrée (Bretagne, France). Analyse démographique. *Acta Œcologica, Œcologia Generalis* 6 (4) : 345-364.

CLEMENT B., 1986 — Structure et dynamique de deux populations de *Polytrichum commune* des landes et tourbières des Monts d'Arrée (Bretagne, France). Croissance et productivité. *Acta Œcologica, Œcologia Generalis* 7 (2) : 115-133.

CLEMENT B., 1987 — Structure et dynamique des communautés et des populations végétales des landes bretonnes. Thèse d'état, Université de Rennes, 310 p.

CLEMENT B., FORGEARD F. et TOUFFET J., 1980 — Importance de la végétation muscinale dans les premiers stades de recolonisation des landes après incendie. *Bulletin d'Ecologie* 11 (3) : 359-364.

CLEMENT B. et TOUFFET J., 1982 -Le rôle des incendies dans la succession des communautés végétales des landes bretonnes. *107e Congrès national des Sociétés savantes* (Brest) *Sciences*, fasc. II : 51-62.

CLEMENT B. et TOUFFET J., 1988 — Le rôle des Bryophytes dans la recolonisation des landes après incendie. *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie* 9 (4) : 297-311.

CORRENS L., 1899 — Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Iena, 472 p.

DURING H. J., 1979 — Life strategies of bryophytes : a preliminary review. *Lindbergia* 5 : 1-19.

DURING H. J., HORST B., 1987 — Life span, mortality and establishment of bryophytes in two contrasting habitats. *Abstracta Botany* "1985", 1987, 9 (Suppl 2) : 145-158, 2 tab., 5 fig.

FORGEARD F. et TOUFFET J., 1979 — Les premières phases de recolonisation végétale après incendie dans les pelouses et les landes de la région de Paimpont (Ille-et-Vilaine). *Bulletin de la Société botanique de France* 126, *Lettres botaniques*(4) : 473-485.

FRAHM J. P., 1990 — The effect of light and temperature on the growth of the bryophytes of tropical rain forests. *Nova Hedwigia* 51 (1-2) : 151-164, 7 fig., 1 tab.

FROMENT A., 1975 — Les premiers stades de la succession végétale après incendie de tourbe dans la réserve naturelle des Hautes Fagnes. *Vegetatio* 29 (3) : 209-214.

GAY L., 1970 — Contribution à l'étude du pouvoir de régénération du gamétophyte feuillé de *Polytrichum juniperinum* Willd. *Bulletin de la Société botanique de France* 117 : 77-82.

GELDREICH E., 1948 — A new method of spore culture for liverworts. *The Bryologist* 51 : 235-238.
GELDREICH E., 1949 — Summary of literature on nutrient media used in culturing liveworts. *Ohio Journal of Science* 49 : 191-194.
GEMMELL A. R., 1953 — Regeneration from the leaf of *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. *Transactions of the British Bryological Society* 2 : 203-213.
GLIME J. M., 1982. — Suggestions for culturing mosses. *The Bryological Time* 17.
GLIME J. M. and LI Y., 1992 — Can one test competition in bryophytes? *The Bryological Times* 66/67 : 8-9.
GLOAGUEN J.C., 1984 — Contribution à l'étude phyto-écologique des landes bretonnes. Thèse d'état, Université de Rennes, 379 p.
HALLET J. N., 1974 — Morphogenèse du gamétophyte feuillé du *Polytrichum formosum* Hedw. II. Etude histochimique, histo-autoradiographique et cytophotométrique de la region apicale pendant la phase reproductrice. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 12[e] sér., 15 : 321-388.
HALLET J. N., 1977 — Le cycle cellulaire de l'apicale muscinale : données nouvelles et caractères originaux. *Bryophytorum Bibliotheca* 13 : 1-20.
HUGHES J. G., 1962 — The effects of day-length on the development of the sporophytes of *Pogonatum aloides* and *Polytrichum piliferum*. *New Phytologist* 61 : 266-273.
INOUE H., 1981 — Cultivation of Bryophytes. *The Bryological Times* 7 : 6.
IVERSON G. B., 1957 — Pure culture of *Frullania*. *The Bryologist* 60 : 348-358.
KOFLER L., 1959 — Contribution à l'étude biologique des mousses cultivées *in vitro* : germination des spores, croissances et développement du protonéma chez *Funaria hygrometrica*. *Revue bryologique et lichénologique* 28 (1-2) : 1-202.
LAL M., 1984 — The culture of bryophytes including apogamy, apospory, parthenogenesis and protoplasts. *In* : A. F. DYER and J. G. DUCKETT, The experimental biology of bryophytes. London, Academic Press. Pp. 97-116.
LEACH W., 1931 — On the importance of some mosses as pioneers on unstable soils. *Journal of Ecology* 19 : 97-102.
McQUEEN C. B., 1991 — Laboratory and greenhouse cultures and the experimental taxonomic of bryophytes. *Advances in Bryology* 4 : 103-120, 2 tab.
MÄGDEFRAU K., 1982 — Life-forms of Bryophytes. *In* : A. J. E. SMITH, Bryophyte Ecology. London-New-York. Chapman et Hall. Pp. 45-58, 2 fig., 1 tab.
MEYER L., 1942 — Physiological studies on mosses. IV. Regeneration in *Physcomitrium turbinatum*. *Botanical Gazette (Crawfordsville)* 104 : 128-132.
MICHAUX-FERRIERE N. et HALLET J. N., 1985 — La cellule apicale : son rôle dans le contrôle de l'activité méristématique caulinaire. *Bulletin de la Société botanique de France, Actualités botaniques* 1 : 49-61.
MICHAUX-FERRIERE N., MANSOUR K. et HALLET J. N., 1983 — Stress hydrique et arrêt du cycle cellulaire chez les bryophytes et les ptéridophytes. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 13[e] série, 5 : 195-209.
MILLER N. G. and AMBROSE J. H., 1976 — Growth in culture of wind-blown Bryophytes gametophyte fragments from Arctic Canada. *The Bryologist* 79 : 55-63.
NAEF J. et SIMON P. 1978 — Etude de la croissance de protonemas de mousse *Funaria hygrometrica* en milieu liquide. *Saussurea* 9 : 51-56.
NEHIRA K., 1964 — Culture media for bryophytes. *Bulletin of Biological Society of the Hiroshima University* 31 : 13-22.
PROCTOR M. C. F., 1984 — Structure and ecological adaptation. *In* : A. F. DYER and J. G. DUCKETT, The experimental biology of bryophytes. London-New-York, Academic Press. Pp. 9-37.
PROSKAUER J., 1969 — Studies on Anthocerotales VIII. *Phytomorphology* 19 : 52-66.
RICHARDS P. W., 1947 — The cultivation of mosses and liverworts. *Transactions of the British Bryological Society* 1 : 1-3.

SCHELPE E.A.C.L.E., 1952 — Techniques for the experimental culture of bryophytes. *Transactions of the British Bryological Society* 2 : 216-219.

SCHNEIDER M.J., VOTH P. D. and TROXLER R. F. , 1967 — Methods for propagating bryophyte plants, tissues and propagules. *Botanical Gazette (Crawfordsville)* 128 : 169-174.

SCHOFIELD W. B., 1985 — *Introduction to Bryology*. Appendix F -- Some simple methods for culturing Bryophytes, New-York, Macmillan Publishing Company. Pp. 398-400.

SHAW J., 1986 – A new approach to the experimental propagation of Bryophytes. *Taxon* 35 (4) : 671-675, 2 fig.

SHAW J., 1987 — Effect of experimental pretreatment on tolerance to copper and zinc in the moss *Funaria hygrometrica. American Journal of Botany*. 74 (10) : 1466-1476.

SLACK N. G., 1987 — Bryophytes in relation to ecological niche theory. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* (Proc. Symp. Bryol. XIII Int. Bot. Congr. Sydney 1987), 52 : 199-217, 8 fig.

SOUTHORN A.L.D., 1977 – Bryophyte recolonization of burnt ground with particular reference to *Funaria hygrometrica*. II. The nutrient requirements of *Funaria hygrometrica. Journal of Bryology* 9 : 361-373.

VOTH P. D. et HAMNER K. C., 1940 — Responses of *Marchantia polymorpha* to nutrient supply and photoperiod. *Botanical Gazette (Crawfordsville)* 102 : 169-205.

VOTH P. D., 1941 – Gemmae-cup production in *Marchantia polymorpha* and its response to calcium deficiency and supply of other nutrients. *Botanical Gazette (Crawfordsville)* 103 : 310-325.

WARD M., 1960 – Some techniques in culture of mosses. *The Bryologist* 63 : 215-217.

WARD M., 1960 — Vegetative propagation from intact leaves of *Polytrichum commune* Hedw. *Phytomorphology* 10 (4) : 325-329.

WARD M., 1964 — Induced aberrant gametophytes from *Polytrichum commune. The Bryologist* 67 : 356-358, 4 photos.

WATSON M. A., 1975 — Annual periodicity of incremental growth in the moss *Polytrichum commune. The Bryologist* 78 : 414-422.

WATSON M. A., 1979 — Age structure and mortality within a group of closely related mosses. *Ecology* 60 (5) : 988-997.

WATSON M. A., 1980 — Patterns of habitat occupation in mosses-relevance to considerations of the niche. *Bulletin of the Torrey Botany Club* 107 (3) : 346-372.

WIGGLESWORTH G., 1947 — Reproduction in *Polytrichum commune* L. and the significance of the rhizoid system. *Transactions of the British Bryological Society* 1 : 4-13.

ZANDER R. H., 1979 — Techniques for study of Pottiaceae. *Taxon* 28 : 643-644.

ZANDER R. H., 1981 — Control of microenvironmental relative humidity. *The Bryological Times* 11 : 1-2.

ON THE DISTRIBUTION OF *ANCISTRODES* HAMPE, AN ENDEMIC MOSS OF CHILE

Marian KUC

6 Lewer Street, Ottawa (Gloucester)
Ontario K1V 1G9, Canada

ABSTRACT-This study concerns *Ancistrodes genuflexa* (C. Muell.) Crosby, one of many endemic mosses of the Valdivian forest zone limited to SW South America (Chile). Its taxonomics is briefly reviewed, and its total distribution is interpreted by known and new localities, altitudinal data, ecology.

KEY WORDS: taxonomics, mapped localities, horizontal and altitudinal ranges, ecologics, geohistorical relationships.

INTRODUCTION

Field work aimed at searching for new localities and the rediscoveries of known ones of unique taxa are attractive studies, especially when looking for mosses which have survived present-day anthropopressure as well as past geological events.

Presented in this paper is the history of *Ancistrodes genuflexa* (C. Muell.) Crosby, one of many endemic mosses of the Valdivian forest zone limited to SW South America (Chile). The study of this taxon was begun over 150 years ago and is still incomplete. The present paper is aimed at improving the current level of knowledge concerning this species.

Ancistrodes is extraordinarily stenotypic. Infraspecific taxa are unknown and it has no close relatives. However, diagnostic features can be found elsewhere, especially among species of *Hookeriopsis*, and less so among other genera of the Hookeriaceae *sensu lato* as well as the Meteoriaceae. Brotherus (1909) considered *Weymouthia* as its close relative. These relationships are also reflected by its synonymy and affiliations to *Hookeria, Meteoriopsis, Meteorium*, and *Pilotrichum*. These facts indicate the very old phylogenetic status of *Ancistrodes*, which is probably one of the oldest genetic lines in the Hookeriales.

TAXONOMIC HISTORY

Mueller (1845, p. 676) discovered *Ancistrodes* and published it in 1845 as *Pilotrichum genuflexum*. Montagne (1845) considered *P. genuflexum* as a synonym of *Hookeria ancistrodes* (cf. below, Crosby 1976), and in 1850 (p. 49) cited it as "*Pilotrichum? genuflexum* C. Muell." and added "....presenta sin embargo varios carácteres de la *H.* [*Hookeria*] *undulata* H. y G.". Mueller (1851, p. 152) put *Pilotrichum genuflexum* in his Sect. #3-*Meteorium* and included *Hookeria ancistrodes* as its synonym. Hampe (1867, p. 75) placed *Ancistrodes* as a synonym of *Hookeria* Sm. in the Hypnaceae, (cf. Wijk *et al.* 1969 and Crosby 1976). Mitten (1869, p. 436, 437) recognized *Ancistrodes* as *Meteorium genuflexum*, including as a synonym *H. ancistrodes*. Later, Renauld & Cardot (1895) changed the species to *Meteorium ancistrodes*. However, Paris (1905, p. 228) listed it as *M. genuflexum*, including as synonyms *Pilotrichum genuflexum*, *Meteorium ancistrodes* and *Hookeria ancistrodes*. Brotherus (1909, p. 826, cf. Wijk *et al.* 1964, 3: 348-*Meteoriopsis ancistrodes*) applied the new genus name *Duseniella*, *hom. illeg.* Wijk *et al.* (1969, 5, p. 269) cites *Hookeria* Hampe excl. typ. *Hookeria* Mont., T.-*H. ancistrodes*; according to Crosby (1976) "the indirect reference to Mont. 1845 would not be sufficient for validity of *Ancistrodes*" because there is no description of *Hookeria* present. Robinson (1974, p. 118) applied the new generic name *Bryodusenia* for *Duseniella* (not accepted by Crosby, 1976) and shifted it from the Meteoriaceae into the Hookeriaceae (on the basis of undifferentiated alar cells, a double costa and furrowed peristome teeth), a move which is in full agreement with my opinion. Crosby (1976, p. 246, 247) established the new name *Ancistrodes genuflexa* for the type *Pilotrichum genuflexum* C. Muell. and for *Hookeria ancistrodes* Mont. and also pointed out some troubling details concerning priority, explaining that the priority of the epithet "*ancistrodes*" Montagne (1845) which appeared in August of 1845, while Mueller's (1844) which appeared between August and October 1845.

DIAGNOSTIC NOTES

Diagnoses of *Ancistrodes* were published in German, Latin and Spanish. They are exact, exhaustive and well illustrated (Montagne 1845-tab. 4, Fig. 4; Brotherus 1909, Fig. 607), and therefore there is no need to repeat them here. Some observations on the variability of the habitus and leaf details require some comments, however. Specimens in epiphytic niches are long, pendulous, with lateral branches long and differing only slightly from the main ones. In comparison, among areas of dense growth, especially on the lower parts of trunks, appear forms with shorter stems and more rigid and shorter lateral branches. These expressions are shown in Fig. 607 of Brotherus (1909), with the main stems clearly different from the branches, which are much shorter, arched, more or less upwardly directed and more numerous than those of pendulous specimens. These habitual forms apparently do not have any taxonomic value.

Long, zigzaggy leaf tips with retrose prominent teeth are characteristic for leaves at their optimum development. These tips are fragile on older leaves and when

broken (usually below their mid-point) recover as straight, sharp normally dentate points. These characters are also present in immature leaves and those of short lateral branches.

DISTRIBUTION IN CHILE (Fig. 1)

A review of published localities (from North to South) — **Arica:** ("Arique-ad arborum truncos"-Mitten 1869, p. 437). This locality is considered historic because *Ancistrodes* was not rediscovered there, nor in adjacent areas in a radius up to 30 km from the town. The valley of Azapa was especially carefully investigated, as low trees and shrubs with lichen and mainly orthotropous mosses grow there and it looks like an oasis among the stone and sand desert around it. This locality is approximately 2400 km north of its present range and lies in an entirely different climatic, deforested zone. — **Valdivia and vicinity**: This is a group of localities (Herzog 1922, 1961) starting from the town park (the author was not able to rediscover *Ancistrodes* here, though other epiphytes, mainly orthotropous ones, were collected from even young trees) and up to such close vicinities as "chilenischen Küste", "Urwalde" nearby Valdivia, and brewery (in the stream gully with Chusquea dense growth). Thériot (1934, p. 180) reported the species from the more remote vicinity. — **Quitaluto**: (also a coastal state) near Corral and Cerro Lungoico (on lower parts of *Drymus*), reported by Herzog (1960). — **Lago Puyehue**: on wood on its south border, Herzog (1954, p. 85). — **Los Lagos:** *ibidem.* — **W Calbuco**: (island in the Gulf of Ancud), *ibidem.* — **Chiloé**: "in silvis siccis" (Mueller 1851, p. 153). — **Aisén and vicinities**: Rio Aysén (Cardot 1908, p. 163 after Dusen 1903), Pto. Puyuhuapi on "Muggelbach, tote Stämme von Arrayan" (Herzog 1954, p. 180), and Rio Circo, 50 m a.s.l., in *Nothofagus-Amomyrtus* forest on trunks and twigs; Peninsula de Sisquelan, 3 m a.s.l., in *Nothofagus-Podocarpus* forest on trunk (Seki 1974, p. 64).

New localities — **Aguas Calientes**: in the valley of Rio Chanleflú, about 2 km upstream and 1 ½ km downstream and in *Nothofagus* forests along the road to Antillanca up to Lago Toro, ca. 400 m a.s.l.; on old trees, branches, rotten trunks and roots projecting from vertical slopes at rivers; fertile, 1981 *leg. M. Kuc s.n.* — **Chiloé:** (several localities): Lago Cucao – Lago Huillinca — Chonci, in transveral to the road valleys and on adjacent hills, between several m a.s.l. up to the summits; on living and dead trees and shrubs, trunks; fertile, 1981, *leg. M. Kuc s.n.* — **El Estero:** (SW of Quellon), hills between E Cape Quilan and forests (rather loose, not too old and moderately high) at rivulets; abundant on trees and rotten wood (this is a real "moss paradise" with thick, nearly continuous bryophytic carpets and pendulous, long epiphytes so extensive they screen sunlight); fertile, 1981, *leg. M. Kuc s.n.* – **Punta River:** (only observations) in and on logs filling in narrow rivulet valleys E of the Pan-American Highway towards Quemchi, 1981, *leg. M. Kuc s.n.*

Horizontal range — Before other considerations it must be stressed that the contemporary range of *Ancistrodes* is neo-relictic, because the central part of its range was formerly occupied by the primary Valdivian forest, now replaced by extensive pasture, agriculture, urban, recreational and industrial developments and other anthropogenic habitats. Also the line joining the border localities of its range shows it



Fig. 1-Horizontal range of *Ancistrodes*.

probably smaller than it should be, because the primary forests, mostly of Valdivia, but especially in the Bio-Bio region, were not investigated for this species and the southernmost limit of the range is still uncertain. Accurately expressed in Cardot (1908, p. 21) ".....qui ne s'avancent probablement pas beaucoup vers le Sud au delà du Rio Aysén, et qu'on a, par conséquent, bien peu de chances de rencontrer jamais dans l'archipel fuégien". The range of *Ancistrodes* as per known border localities and as per extension of the primary Valdivian forests is shown in Fig. 1.

Even the approximate extension of *Ancistrodes* northward of the Bio-Bio region cannot be specified because it seems to be anthropogenically changed and reduced, as indicated by the Arica locality. Moreover, if it is a case of what many suggest, that the Peruvian desert, at least in its southern part, has developed under the influence of man in the past thousands of years and that this process is still increasing, then the range of the species there must certainly be considered as artificial.

Western and eastern extensions are natural and discussed below in connection with altitudinal limits.

In summary, the contemporary horizontal range of *Ancistrodes* is greatly reduced, and its distributional centre has been destroyed by anthropogenic factors. On this basis it is considered to be neo-relictic. It can be subdivided into three parallel belts: a) Andean, limited to low-mountain slopes up to 700 m a.s.l.; b) piedmontal, uplands where the primary Valdivian forest had its optimum occurrence, now represented by isolated forest groups and single trees; c) coastal, under the direct influence of a Pacific climate.

Altitudinal range — Generally it is narrow and piedmontal, from several meters a.s.l. up to several hundred meters (700 m) on the western slopes of the Andes. This definition is fully applicable only for the southern part of the range. Between Corral and Maullin the shoreline was penetrated in about five coastal beach localities with trees lashed by Pacific winds and sea splash located behind cliffs, raised beaches and dunes. All were without epiphytes or just with the initial stages of lichens, hepatics and very few mosses. This would seem to indicate that at the Pacific Coast in the northern part of the range the lower limit starts at several tens of meters a.s.l.

The upper limit was carefully studied between Aguas Calientes and Antillianca around the small raised *Sphagnum magellanicum* bog called Lago Toro (see above) ca. 500-600 m a.s.l.. Here are high *Sphagnum* hummocks up to 1.5 m in diameter, associated with dwarf, mostly dead and semi-dead trees and tall shrubs, surrounding the small water body in the middle. *Ancistrodes* was not found there, though its first outposts were seen about 100 m down on the forested slopes. Along river valleys its presence extends higher, but definitely ends before the level of the *Nothofagus* forest which is lower, uniform, without monumental trees and very poor in epiphyte growth. This limit seems to be sharply delineated.

From this evidence comes the conclusion that the upper limit would be delineated by a line highly irregular and indented in character which starts from the level of more or less continuous primary Valdivian forests. To a certain extent it is clarified by the "Mapa de la vegetación de America del Sur" (Hueck 1972) especially as indicated by the limits of forests called "pluviselva valdiviana siempreverde" and "bosques predominantemente siempreverdes de la zona templadacon *Nothofagus dombeyi* y *N. betuloides*". The centre of the distribution of *Ancistrodes* is unknown, having been destroyed by the anthropopressure as was discussed above.

Substrates — The continuum of substrates of this species runs from: a) branchlets, b) branches, c) trunks, d) exposed roots, through e) humus accumulated in dense moss-growth, to f) rotten trunks and wood. The occurrence of epiphytes on plants and rocks is a well known fact. Hitherto, though, it has not been observed in the case of *Ancistrodes*.

Ancistrodes is mesophytic, photophile to sciaphile, mesothermophile, xero – to mesophile and grows as a epiphyte on back and wood. Its most frequent companions are *Ptychomnion ptychocarpon*, *Weymouthia mollis*, *Rhaphidorrhynchium callidum*, *Eriodon conostomus*, *Daltonia krauseana*, *Calyptodon*, *Catagonium complanatulum* (Herzog, 1926, 1954, 1961) and *Cryphaea consimilis* (Seki 1974).

The most frequent host trees are *Nothofagus nitida*, *Amomyrtus luma*, *Podocarpus nubigenus*, *Drymis winteri*, *Weinmannia trichospora*, *Aristoteleia chilensis*, *Eucryphia cordifolia*, *Gevuina avellana*, *Lomatia*, and *Pseudopanax laetevirens*.

Herzog (1961, p. 201) noticed that *Ancistrodes* was used as nesting material by hummingbirds.

Human impact — To confirm the above-mentioned influence of anthropogenic factors on the ecology and range of *Ancistrodes*, some considerations will now be discussed.

Ancistrodes has successfully re-occupied some areas which have undergone slight environmental modifications as a result of man's activities. Presently it can be found in town parks, on planted trees, on suburban habitats and probably some others. Effects of this migration are sporadic and cover only a very small portion of its existing range.

Chiloé, where its local distributional centre is located, is not suitable for altitudinal studies because of deforestation, which started a long time ago and is continuing today, especially on summit areas. Trees and shrubs are secondary habitats of *Ancistrodes*. In the Valdivian forest remaining, there are huge snags still overgrown by this species. This situation indicates that *Ancistrodes* has a chance of survival on such semi-anthropogenic habitats.

Investigations into the tolerance of *Ancistrodes* to air pollution and other chemical factors are unknown.

ACKNOWLEDGEMENTS. — Sincere thanks are offered to Dr. R.R. Ireland, who critically reviewed the manuscript, to Ms. Linda M. Ley for technical assistance, to the Missouri Botanical Garden for herbarium information and to the employees of the Museum of Aguas Calientes for their great hospitality.

REFERENCES

BROTHERUS V.F., 1909 — Unterklasse Bryales. Specieller Teil. *In*: A. Engler & K. Prantl, Die Natürlichen Pflanzenfamilien. I(3): 277-1172. Leipzig, Wilhelm Engelmann.

CARDOT J., 1908 — La flore bryologique des Terres Magellaniques, de la Géorgie du Sud et de l'Antarctide. Wissinschaftlichen Ergebnisse der Schwedischen Südpolar Expedition 1901-1903, 4: 1-298.

CROSBY M.R., 1976 — The correct name for the moss *Duseniella*. *Bryologist* 79: 246-247.

DUSÉN P., 1903 — The vegetation of western Patagonia. *In*: Scott W.B. (ed.), Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899, 8(1): 1-33.

HAMPE E., 1867 Bryologische Mitteilungen aus dem Herbarium. *Flora* 50: 65-80.

HERZOG T., 1922 — Beiträge zur Bryophytenflora Chiles. *Hedwigia* 64: 1-18.

HERZOG T., 1926 — Geographie der Moose, Jena, Gustav Fischer, 439 pp., 108 pl.
HERZOG T., 1954 — Zur Bryophytenflora Chile. *Revue Bryologique et Lichénologique* 23: 27-99.
HERZOG T., 1961 ["1960"] — Weitere Beiträge zur Bryophytenflora von Chile. *Revue Bryologique et Lichénologique* 29: 183-206.
HUECK K., 1972 – Mapa de la vegetación de América Sur. Stuttgart, G. Fischer Verlag.
MITTEN W., 1869 — Musci Austro-Americani. Enumeratio omnium Austro-americanorum auctori hucusque cognitorum. *Journal of the Linnean Society, Botany* 12: 1-659.
MONTAGNE C., 1845 — Cinquième centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles. Décades I à VI. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, sér. 3, 4: 86-123. (not published before the end of October [bibliography of Nov. 11, 1845, of the Academy of Sciences].
MONTAGNE C., 1850 — Musgos. *In:* C. Gay, Historia Fisica y Politica de Chile, Botanica 7: 5-202. Paris.
MUELLER C., 1845 — Beiträge zu einer Flora der Aequinotial-Gegenden. Laubmoose. *Linnaea* 1845 ["1844"] 18: 667-709. (Aug.-Oct. 1845).
MUELLER C., 1851 – Synopsis Muscorum Frondosorum Omnium hucusque Cognitorum. Vol. 2. Berlin.
PARIS E.G., 1905 – Index bryologicus, sive enumeratio Muscorum ad diem ultimam anni 1900 cognitorum, adjunctis synonymia distributioneque geographhica locupletissimis. *Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux* 3(16): 201-264.
RENAULD F. & CARDOT J., 1895 — Musci exotici novi vel minus cogniti. VII. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 34(2): 57-78.
ROBINSON H., 1974 — Notes on the mosses of Juan Fernandez and southern South America. *Phytologia* 29: 116-120.
SEKI T., 1973 — Distributional patterns of the Patagonian mosses. *Proceedings of the Japan Society of Plant Taxonomists* 3: 13-15.
SEKI T., 1974 — A moss flora of Provincia de Aisén, Chile. Results of the Second Scientific Expedition to Patagonia by Hokkaido and Hiroshima Universities, 1967. *Journal of Science of Hiroshima University, Ser. B, Div. 2, Bot.* 15(1): 9-101.
THÉRIOT I., 1934 — Contribution à la flora bryologique du Chile. (11[e] article). *Revue Bryologique* 7: 167-183.
WIJK R. *et al.*, 1964 — Index Muscorum III. Utrecht, The International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature. 529 p.
WIJK R. *et al.*, 1969 — Index Muscorum V. Utrecht, The International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature 922 p.

RICCIA TRISERIATA SUBGEN. NOV. ET *R. SINGULARIS* SP. NOV., TAXONS NOUVEAUX D'AUSTRALIE

Suzanne JOVET-AST

Résidence Château d'Arcadie, 34 bis avenue de la République,
F-64200 Biarritz, France

RÉSUMÉ — Description du sous-genre nouveau *Triseriata* appartenant au genre *Riccia*. Description de l'espèce-type *R. singularis* spec. nov., endémique rélictuelle probablement d'origine gondwanienne, du Western Territory d'Australie. Caractères distinctifs : thalle ayant, entre les deux épidermes, trois tissus de structure différente ; spores subsphériques, dépourvues d'aile, à paroi externe lisse. Affinité avec la section *Pilifer* Volk.

SUMMARY – Description of the subgen. nov. *Triseriata* (genus *Riccia*) and of the type species *R. singularis*, relictual endemic of the australian Western Territory. Principal characters : thallus with three different tissues between the two epidermis ; spores subsphaeric, devoid of wings, without ornamentation on the external wall. This subgenus has some affinity with the section *Pilifer* Volk.

Parmi les *Riccia* endémiques d'Australie localisés dans un seul Territoire, l'un d'eux, dont l'intérêt évolutif a déjà été signalé (Jovet 1984), possède un thalle à structure très particulière. Il s'agit de *R. caroliniana* Na Thalang, type d'un sous-genre monospécifique (subgen. *Viridisquamata* S.J.-A.) apparemment relicte gondwanienne.

Une autre espèce, tout aussi singulière, ne pouvant être classée dans aucun sous-genre connu du genre *Riccia*, semble avoir une origine aussi ancienne que celle du *R. caroliniana* et la même résistance au temps. Elle est décrite ici sous le nom *R. singularis*, d'après un spécimen récolté en 1979 par Otto Volk dans les Newmans Rocks (Western Australia) et qui, sans doute, a attiré l'attention du collecteur par la pellicule d'un blanc pur couvrant la face dorsale du thalle parfaitement étalé malgré son état très sec.

Riccia singularis sp. nov.

TYPE : Australie, Western Australia, Newmans Rocks, 140 km östlich Norseman. Rand einer Granitzglatz, Schwemmboden, staubig exponiert-halbschattig, pH : 6.7, *O. Volk*, 12.3.1979 (PC).

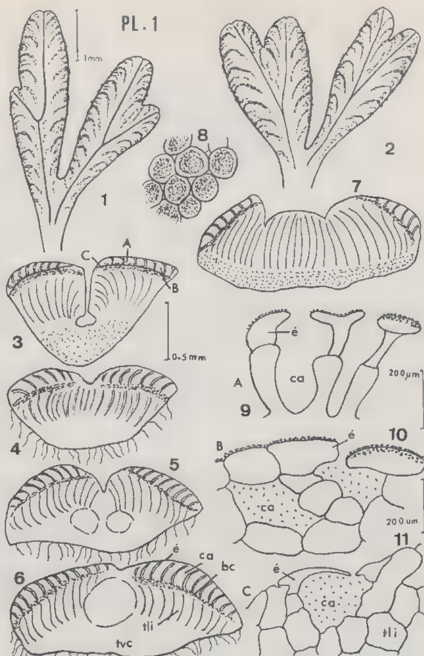


Planche 1 — *Riccia singularis* sp. nov., Australie, *Volk 061* (type). 1, 2 : Lobes, face dorsale. 3-7 : Sections transversales, du sommet à la base d'un lobe. 8 : Cellules épidermiques dorsales couvertes de granules, en plan. 9 : Section transversale en A de la fig. 3 ; chambres aérifères sous l'épiderme. 10 : Section oblique en B de la fig. 3 montrant la section des chambres aérifères. 11 : Section en C de la fig. 3. — (é = épiderme dorsal ; ca = chambre aérifère ; tli = tissu lacuneux intermédiaire ; tvc = tissu ventral compact ; bc = bande colorée).

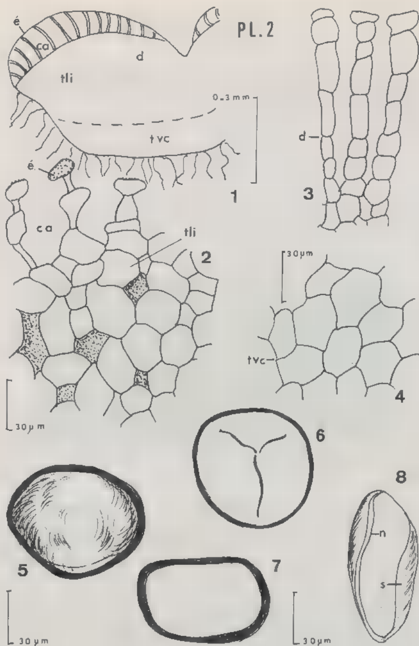


Planche 2 — *Riccia singularis* sp. nov., Australie, *Volk 061* (type). 1 : Section transversale partielle d'un lobe. 2 : Tissu lacuneux intermédiaire sous l'assise de chambres aérifères. 3 : Tissu lacuneux intermédiaire à hauts canaux aérifères, près du sillon, en d de la fig. 1. 4 : Tissu ventral compact. 5 : Spore, face distale. 6 : Spore face proximale. 7 : Section transversale d'une spore ; paroi sporale épaisse. 8 : Section d'une spore ; paroi sporale à 2 assises : nexine et sexine. — (é = cellules épidermiques dorsales ; ca = chambre aérifère ; tli = tissu lacuneux intermédiaire ; d = tissu lacuneux intermédiaire à canaux aérifères ; tvc = tissu ventral compact ; s = sexine ; n = nexine).

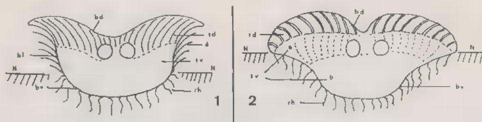
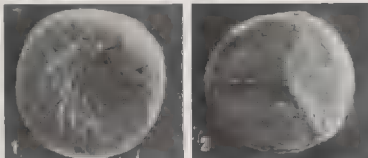


Figure 1 — Schéma de la structure d'un thalle du sous-genre *Riccia* (1) et du sous-genre *Triseriata* (2). bd = bord dorsal ; bl = bord latéral ; bv = bord ventral ; td = tissu dorsal : à canaux aérifères (en 1), à chambres aérifères (en 2) ; tv = tissu ventral : tissu compact (en 1) ; comprenant (en 2) : a = tissu ventral lacuneux (tissu lacuneux intermédiaire), b = tissu ventral compact ; é = écailles ; rh = rhizoïdes ; N = niveau du sol dans lequel sont fixés les rhizoïdes.



Photos 1-2 – Spore de *R. singularis* sp. nov. (Type). 1 — face distale plissée par la dessiccation. Diam. 73 µm. 2 — Face proximale. Diam. 72 µm.

Diagnose latine — *Lobus sublinearis, in sicco albus, 5 mm longus, 1.1-1.2 mm latus. Sulcus longissimus, angustus. Sectio transversalis lobi, inter epidermides, una serie lacunarum, deinde texto lacunoso, et subter denso ventrali texto constituta. Probabiliter omnes rhizoidi laeves. Epidermis dorsalis granulosus. Sporae subsphaericae, rufo-fuscae, 72-73 µm in diametro. Ala nulla. Distalis et proximalis superficies laeves ; triradiata nota tenuis sed conspicua.*

Description — **Thalle** en lobes groupés. Lobes sublinéaires, à 2 dichotomies, la basale très profonde, la terminale peu profonde ; larges de 1.1-1.2 mm jusqu'à 2 mm au-dessus de la bifurcation basale ; sur le sec, à face dorsale blanche, un peu ridée obliquement du bord du lobe au sillon ; au fond du sillon, vert clair ; portant des points vert pâle épars ; sommet arrondi ; sillon sur toute la longueur du lobe, profond, étroit principalement au sommet du lobe ; face dorsale bombée de part et d'autre du sillon. Spécimen réhydraté vert clair, à aspect un peu gélatineux. Face ventrale vert pâle, portant des rhizoïdes très nombreux, très longs, probablement tous lisses.

Section transversale, au sommet du lobe, presque aussi haute que large et à cellules épidermiques ventrales subégales et très régulièrement disposées ; sous le sommet du lobe, large de 1.1-1.2 mm, haute de 0.6 mm, comprenant :

a) des cellules épidermiques dorsales rectangulaires mesurant 43-48 × 31-36 µm, à paroi externe épaisse et couverte de fins granules, laissant entre elles des pores au-dessus des chambres aérifères ; au bord du sillon, cellules épidermiques petites, jointives ;
b) sous l'épiderme, une assise de profondes chambres aérifères arquées, presque carrées en section, hautes jusqu'à 95 µm près du sillon et pouvant atteindre jusqu'à 180 µm vers les bords de la section, limitées par des piliers hauts de 2-6 cellules ;
c) un tissu lacuneux intermédiaire à cellules sub-arrondies, de 31-36 × 36 µm près des bords, s'organisant vers le sillon en files hautes de 4-7 cellules limitant des canaux aérifères étroits ; le contact entre l'assise de chambres aérifères et ce tissu lacuneux intermédiaire est souligné par une bande fortement colorée de rose violet ou de rose brun ; toutes les cellules de ce tissu intermédiaire à parois minces, vert clair sur le sec, à grains de chlorophylle abondants ;
d) un tissu compact, composé de cellules de 30-36 × 18-20 µm, à parois minces et aussi vert que le tissu précédent ;
e) un épiderme ventral à cellules subégales ;
f) des rhizoïdes apparemment tous lisses (aucun rhizoïde tuberculé n'a été observé), abondants, bordant le tissu compact et le tissu lacuneux intermédiaire, mais non l'assise de chambres aérifères. Les écailles semblent absentes, cependant, sur une section, ont été observées 3 files de cellules plus ou moins détruites à leur sommet et qui pourraient appartenir à des écailles.

Dioïque. Anthéridies soit une seule dans la partie médiane de la section, soit 2 disposées de part et d'autre du sillon ; à col très peu saillant, non coloré. Capsule : une seule observée. Spores subsphériques, de 72-73 µm de diamètre, dépouvues d'aile, brun rouge ; paroi sporale apparaissant comme un anneau rouge autour de la spore. Contenu sporal se détachant de la paroi, enfermant de nombreuses gouttelettes lipidiques. Pores très faibles. Face distale lisse, sans aucun ornement, portant parfois quelques rides faibles probablement dues à la dessiccation. Face proximale à marque triradiée étroite, peu saillante, brun noir, à facettes lisses.

Distribution — Western Australia. Newmans rocks.

Caractères distinctifs du thalle — Le thalle des *Riccia*, abstraction faite de celui des espèces de la section *Pilifer* Volk, comprend :

a) un tissu dorsal formé par l'épiderme dorsal et par des cellules organisées autour de canaux aérifères fins ou de chambres aérifères. Il est limité par le bord dorsal nu et les bords latéraux porteurs d'écailles ;
b) un tissu ventral compact limité par le bord ventral porteur de rhizoïdes.

Le thalle de *R. singularis*, à structure plus complexe, présente :

a) un tissu dorsal formé par l'épiderme dorsal et par une assise de chambres aérifères séparées par des murets arqués. Il occupe à peine un quart de la hauteur du thalle et est limité par le bord dorsal nu. Les bords latéraux et, par suite, les écailles semblent manquer ;
b) un tissu ventral à 2 éléments superposés, l'un constitué de cellules à parois minces et ayant des lacunes éparses, l'autre dépourvu de lacunes. Le bord ventral entoure ces 2 éléments. Il porte d'abondants rhizoïdes qui ancrent fortement le thalle dans le sol.

Affinités — Malgré la structure particulière de son thalle, *R. singularis* garde l'aspect d'un *Riccia*. Il rappelle *R. crustata* Trab. par la présence d'un dépôt minéral blanc sur la face dorsale du thalle mais ses lobes sont plus longuement ovales et moins arrondis au sommet. Ses spores, comme celles de *R. crustata*, ne portent pas d'ornementation.

Sous-genre *Triseriata* subg. nov.

L'originalité de *R. singularis* s'oppose à son classement dans l'un des sous-genres décrits du genre *Riccia*, d'où la nécessité de créer un sous-genre nouveau. Le nom *Triseriata* indique la présence, entre les deux épidermes du thalle, de 3 tissus de texture différente.

Diagnose latine — *Lobus sublinearis. Sectio transversalis lobi, inter epidermides, una serie camarum aeriferarum, texto lacunoso, texto ventrali denso composita. Sporae subsphaericae laeves, sine ala.* **Typus** : *R. singularis* S.J.-A.

Description - Lobes sublinéaires, à section transversale comprenant : un épiderme dorsal muni de pores, une série de chambres aérifères séparées par des cloisons de 2-6 cellules superposées, un tissu lacuneux composé de cellules à parois minces, un tissu ventral dense, un épiderme ventral, des rhizoïdes lisses. Bords latéraux et écailles probablement absents. Spores subsphériques, dépourvues d'aile, à paroi externe lisse. Actuellement connu seulement d'Australie.

Affinités — Le thalle du sous-genre *Triseriata*, bien qu'il contienne des chambres aérifères, ne ressemble pas à celui des *Ricciella*. Ses chambres aérifères forment une assise continue, celles des *Ricciella* sont réparties dans le tissu dorsal.

La structure du *R. singularis* a quelque ressemblance avec celle des espèces de la section *Pilifer* Volk dont le thalle porte, sur la face dorsale, des piliers pluricellulaires libres (Perold 1991). Cet ensemble de piliers pourrait avoir, au point de vue évolutif, quelque rapport avec l'assise de chambres aérifères sous-épidermiques du thalle du *R. singularis*. On peut supposer que les cellules épidermiques dorsales du *R. singularis*, se séparant les unes des autres, ont ouvert les chambres aérifères sur l'extérieur et que les parois des chambres, déchirées, ont formé des piliers dorsaux. Dans ce cas, le sous-genre *Triseriata* serait plus ancien que la section *Pilifer*. Cependant, sous-genre et section sont très différents : les espèces de la section *Pilifer* possèdent un thalle dont la structure est celle d'un *Riccia* du sous-genre *Riccia*.

Origine géographique. Comportement biologique — Les affinités bien qu'assez médiocres entre le sous-genre *Triseriata*, endémique d'Australie, et la section *Pilifer*, endémique d'Afrique du Sud, suggèrent l'hypothèse que ces taxons, ou leurs ancêtres, pourraient avoir une origine commune gondwanienne précédant la cassure du continent et la dérive des fragments continentaux. Ces deux taxons seraient donc des paléoendémiques ayant leur origine soit avant le Jurassique supérieur, soit avant l'Albien.

Si une lignée aussi ancienne se terminant par le *R. singularis* a persisté jusqu'à nos jours, c'est grâce à une concordance réelle entre les caractères biologiques de ce *Riccia* et les conditions stationnelles au cours des temps. En effet, les nombreuses

chambres aérifères des deux tissus de la face dorsale du thalle facilitent la saturation en eau, assurent les échanges gazeux suivant le déficit de saturation de l'atmosphère, l'intensité de l'ensoleillement et de la température ambiante.

En outre, l'abondance et la répartition des rhizoïdes sur la face ventrale, très étendue en raison de l'absence de bords latéraux, ont pour conséquence une forte absorption de l'eau du sol par les rhizoïdes et surtout une excellente fixation du thalle au substrat. Ainsi, le thalle, au lieu de se recroqueviller par temps sec et de laisser emporter ses fragments desséchés, se maintient bien étalé sur son substrat et résiste au vent.

Des données sur les conditions écologiques stationnelles préciseraient le comportement du *R. singularis* et permettraient des comparaisons avec celui des espèces de la section *Pilifer*.

Conclusion

La découverte du *R. singularis*, type d'un sous-genre à structure si particulière, est un nouvel argument pour présumer, dans le genre *Riccia*, une richesse spécifique notable dès avant la cassure du continent de Gondwanie. Elle fournit quelques éléments convenant à la recherche d'un plan d'organisation des *Riccia* primitifs et semble confirmer l'importance des caractères structuraux du thalle plutôt que ceux des spores dans les études d'ordre évolutif.

BIBLIOGRAPHIE

JOVET-AST S., 1984. — *Riccia* (subg. *Viridisquamata*) *caroliniana* Na-Thalang, espèce endémique rélictuelle d'Australie. *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie* 5 (4) : 389-402.

PEROLD S. M., 1991. — A taxonomic revision of the Ricciaceae Reichenb. (Marchantiales : Hepaticae) in southern Africa. Ph. D. thesis. Univ. Pretoria. 228 p., 47 fig., 21 pl., 64 cartes.

ESTUDIO DEL IMPACTO CAUSADO POR LOS INCENDIOS EN LA BRIOFLORA DE UN ROBLEDAL DE NAVARRA (ESPAÑA)[1]

Andrés URDÍROZ ARIZ y Alicia EDERRA INDURAIN

Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra.
E - 31080 Pamplona. España.

RESUMEN. — En este trabajo se ha estudiado la evolución de la brioflora de un robledal de Navarra (Norte de España) después de diferentes incendios. El seguimiento ha sido realizado durante 15 meses. Sólo 11 especies han vuelto a instalarse, entre las que destaca como mejor colonizadora *Pleuridium acuminatum* Lindb.

PALABRAS CLAVE. — Recuperación, incendios, brioflora, robledal, Navarra, España.

ABSTRACT. — The evolution during 15 months of an oak wood bryoflora of Navarra (Northern Spain) after different fire types has been studied in this paper. Only 11 species have managed to reinstall, among them the best colonizer is *Pleuridium acuminatum* Lindb.

KEYWORDS — Recuperation, fire, bryoflora, oak wood, Navarra, Spain.

INTRODUCCIÓN

La recuperación de la brioflora en ambientes que han sufrido episodios de fuego está siendo investigada en los últimos años por distintos autores. Como ejemplo, pueden citarse De Las Heras *et al.* (1990, 1991, 1992, 1994) que estudian la recuperación en bosques mediterráneos del SE de España; Clément *et al.* (1980, 1988) que aportan datos acerca de la importancia de los briofitos en la recuperación de comunidades de landa quemadas en Francia.

En este trabajo presentamos parte de los resultados que se están obteniendo en el estudio del impacto que sobre la brioflora producen los incendios en medios forestales atlánticos de Navarra y su recuperación después de fuegos controlados.

Para el desarrollo de este trabajo se eligió un robledal de *Quercus robur* L. situado en Leiza, una población del Norte de Navarra, en una ladera orientada al NW, sobre sustratos ácidos (areniscas y pizarras areniscosas) y sometido a una precipitación elevada (1800 mm). Se eligió este robledal por ser un bosque típicamente atlántico de la asociación *Hyperico pulchri-Quercetum roboris* Rivas-Martínez *et al.* 1991.

1. Realizado en el marco del proyecto FOR90-0928-C0202/CICYT.

METODOLOGÍA

Los incendios fueron realizados de forma controlada en febrero de 1992, en concreto el día 4 se provocó uno de fuego rápido (de copas) y el día 25 uno de fuego lento (de suelo).

La parcela elegida para hacer este estudio fue dividida en tres partes. Una de las partes fue quemada con un fuego lento llamado fuego 1; la parte central fue dejada como zona control, y la tercera parte fue quemada con un fuego rápido que llamamos fuego 2.

En los meses anteriores a la realización de los incendios, y después de ellos en la zona control, se han recolectado muestras de briofitos con el fin de conocer la brioflora propia de este robledal y poder compararla con la que se encuentre después de los incendios.

Una vez realizados los incendios en cada zona, se procedió a colocar cuadrados permanentes que delimitaban un metro cuadrado de superficie. En total fueron colocados 8 cuadrados, 4 en la zona de fuego lento y 4 en la zona de fuego rápido. De los 4 cuadrados colocados en cada zona, 2 fueron colocados en la parte superior y dos en la parte inferior. A uno de los 2 cuadrados de cada parte se le realizó una inmisión, en forma de capa superficial de 2-3 cm de espesor, de suelo no quemado, en estado natural, es decir, sin ser esterilizado previamente, procedente de los alrededores de las zonas quemadas (Ver figura 1). Estos cuadrados permanentes han servido para observar de forma controlada, continua y con seguridad las mismas zonas a lo largo del tiempo y así estudiar la recuperación post-incendio de la brioflora.

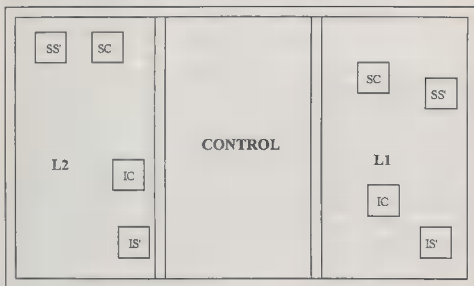


Fig. 1 — Esquema de la zona estudiada.

Servirán también en el futuro para estudiar la influencia de distintos tratamientos (tipo de fuego, topografía e inmisión de suelo no quemado).

El muestreo de las áreas se ha realizado mediante visitas mensuales a los cuadrados permanentes en las cuales se media el porcentaje de cobertura de los cuadrados por los briofitos y ya en el laboratorio se determinaban las especies briofíticas aparecidas.

Para facilitar la toma de datos en el campo se designó a cada cuadrado con 4 letras y números cuya significación es la siguiente:

L = Leiza
1 = Fuego 1 (Lento)
2 = Fuego 2 (Rápido)
S = Superior
I = Inferior
S' = Sin inmisión
C = Con inmisión

RESULTADOS

Aportamos a continuación los resultados obtenidos desde marzo de 1991, en el que se inició el estudio previo de la brioflora de la zona, hasta mayo de 1993, 15 meses después de los incendios controlados.

A) Especies recolectadas en toda la zona antes de provocar los incendios, o en la zona control. Estas son las especies que componen la flora normal del robledal. Por lo que se refiere a la nomenclatura seguimos a Casas (1991) para los musgos y a Düll (1983) para las hepáticas.

Sobre suelo y taludes — *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) B., S. & G., *Bryum bicolor* Dicks., *Bryum capillare* Hedw., *Bryum pallescens* Schleich. ex Schwaegr., *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb., *Bryum rubens* Mitt., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Calypogeia arguta* Nees & Mont., *Calypogeia trichomanis* (L. emend. K. Muell.) Corda, *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid., *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum., *Cephalloziella* sp., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Dicranum scoparium* Hedw., *Dicranum spurium* Hedw., *Didymodon ferrugineus* (Schimp. ex Besch.) M. Hill, *Didymodon rigidulus* Hedw., *Diphyscium foliosum* (Hedw.) Mohr, *Diplophyllum albicans* (L.) Dum., *Ditrichum heteromallum* (Hedw.) Britt., *Encalypta streptocarpa* Hedw., *Eurhynchium praelongum* (Hedw.) B., S. & G. var. *praelongum*, *Fissidens viridulus* (Sw.) Wahlenb., *Hyocomium armoricum* (Brid.) Wijk & Marg., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Jungermannia gracillima* Sm., *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr., *Mnium hornum* Hedw., *Pellia epiphylla* (L.) Corda, *Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb., *Pleuridium acuminatum* Lindb., *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P. Beauv., *Polytrichum formosum* Hedw., *Ptychomitrium polyphyllum* (Sw.) B. & S., *Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst., *Schistidium apocarpum* (Hedw.) B., S. & G., *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr., *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B., S. & G., *Weissia controversa* Hedw.

Sobre tocones — *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid., *Dicranum montanum* Hedw., *Dicranum scoparium* Hedw., *Hylocomium brevirostre* (Brid.) B., S. & G., *Leucobryum juniperoideum* (Brid.) C. Müll., *Polytrichum formosum* Hedw., *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B., S. & G.

Sobre rocas — *Campylopus flexuosus* (Hedw.) Brid., *Dicranum scoparium* Hedw., *Hedwigia ciliata* (Hedw.) P. Beauv., *Hylocomium brevirostre* (Brid) B., S. & G., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Polytrichum formosum* Hedw., *Ptychomitrium polyphyllum* (Sw.) B. & S.

Sobre troncos — *Dicranum scoparium* Hedw., *Frullania fragilifolia* (Tayl.) Gott. *et al.*, *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Isothecium myosuroides* Brid., *Metzgeria furcata* (L.) Dum., *Orthotrichum lyellii* Hook. & Tayl., *Orthotrichum striatum* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr., *Ulota crispa* (Hedw.) Brid.

B) Especies que aparecen en los cuadrados permanentes después de los incendios. Estas son las especies que recolonizan el suelo quemado.

Bryum sp., *Calypogeia trichomanis* (L.emend.K.Muell) Corda, *Dicranum scoparium* Hedw., *Funaria hygrometrica* Hedw., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr., *Pleuridium acuminatum* Lindb., *Polytrichum formosum* Hedw., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Scleropodium purum* (Hedw.) Limpr., *Weissia controversa* Hedw.

		7-92	8-92	9-92	10-92	11-92	1-93	3-93	4-[redacted]	5-93
L11C	Hypnum cupressiforme			+	+	+	+	+	+	+
	Weissia controversa		+	+	+				+	
	Pleuridium acuminatum			+	+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum				+	+	+	+	+	+
	Bryum sp.				+	+	+	+	+	+
	Dicranum scoparium						+	+		
L118	Hypnum cupressiforme		+	+	+			+	+	
	Calypogeia trichomanis		+							
	Bryum sp.			+	+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum					+		+		
	Pleuridium acuminatum							+	+	+
	Polytrichum juniperinum								+	+
	Polytrichum formosum							+		
L18C	Hypnum cupressiforme	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum		+	+	+	+	+	+	+	
	Bryum sp.		+	+	+	+	+	+	+	+
	Pleuridium acuminatum			+	+	+	+	+	+	+
	Leucobryum glaucum					+			+	
	Funaria hygrometrica									+
L1SS	Bryum sp.				+	+	+	+	+	+
	Pleuridium acuminatum				+	+	+	+	+	+
	Hypnum cupressiforme							+	+	
	TOTALES									
	11 especies/22 puntos	1/1	5/6	5/9	5/13	5/13	5/12	6/17	7/17	6/13

Tabl. 1 — Evolución de la brioflora en los cuadrados de fuego lento.

C) Secuencia temporal de recuperación de la brioflora. La tabla 1 agrupa los cuadrados de fuego lento y la tabla 2 los cuadrados de fuego rápido. Las cruces significan presencia de la especie en la fecha correspondiente. En la última fila los totales indican el número de especies diferentes frente al número de muestras recolectadas en cada fecha.

		7-92	8-92	9-92	10-92	11-92	1-93	3-93	4-93	5-93
L2IC	Hypnum cupressiforme	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Pleuridium acuminatum		+	+	+	+	+	+	+	+
	Bryum sp.			+	+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum				+	+	+	+	+	+
L2IS	Hypnum cupressiforme		+	+	+	+	+	+	+	+
	Pleuridium acuminatum		+	+	+	+	+	+	+	+
	Bryum sp.				+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum					+	+	+		
L2SC	Polytrichum formosum	+	+	+	+					
	Calypogeia trichomanis	+				+	+	+	+	+
	Hypnum cupressiforme		+	+	+	+	+	+	+	+
	Scleropodium purum		+	+	+		+	+		
	Pleuridium acuminatum		+	+	+	+	+	+	+	+
	Bryum sp.			+	+	+	+	+	+	+
	Leucobryum glaucum					+		+	+	+
L2SS	Pleuridium acuminatum			+	+	+	+	+	+	+
	Bryum sp.				+	+	+	+	+	+
	Hypnum cupressiforme					+		+	+	+
	Calypogeia trichomanis					+	+	+	+	+
	TOTALES 7 especies/18 puntos	3/3	4/8	5/11	5/14	6/17	5/16	6/18	6/16	6/16

Tabl. 2 — Evolución de la brioflora en los cuadrados de fuego rápido.

DISCUSION Y COMENTARIOS

El impacto más inmediato provocado por los incendios ha sido el esperado: desaparición de toda vida briofítica, pues los briofitos quedaron reducidos a cenizas indiferenciables, o bien a fragmentos quemados, resecos, de color pardo y sin hojitas verdes.

La aparición de briofitos en los cuadrados permanentes se demoró 5 meses (desde febrero hasta julio de 1992) y además fue progresiva: en los sucesivos meses fueron apareciendo más especies y en más cuadrados. Las dos filas de totales en las tablas 1 y 2 indican de forma abreviada como ha sido esta evolución. Por ejemplo, en el primer muestreo de los cuadrados L1 sólo apareció 1 especie en un cuadrado, cantidad que fue incrementándose en los siguientes muestreos. Así en el segundo ya había 5 especies que se encontraron en 6 puntos (alguna se repite) en los cuatro cuadrados L1. En el quinto muestreo seguía habiendo 5 especies pero ya en 13 puntos, en el octavo muestreo 7 especies diferentes en 17 puntos, etc. Una progresión similar puede observarse en los cuadrados L2. En total, al cabo de 11 meses de recolonización, han aparecido en el conjunto de cuadrados sólo 11 especies frente a las 40 que vivían

en suelos y taludes antes de los incendios. Es decir, sólo se han recuperado un 27,5 % de especies briofíticas.

La primera diferencia en cuanto a colonización entre el suelo quemado de los cuadrados permanentes y el suelo normal es que aún en los casos de mayor desarrollo briofítico en los cuadrados, la sinusia muscinal es poco aparente, debido sobretodo a que varias especies presentan en los suelos quemados una morfología algo diferente a la habitual. Así, por ejemplo, las especies de briofitos pleurocárpicos que aparecen en los cuadrados permanentes (*Hypnum cupressiforme* y *Scleropodium purum*) se presentan como ejemplares con tallitos delgados, laxos, aislados y muy pegados al sustrato mediante rizoides y en realidad rebrotando de tallitos resecos que debieron sobrevivir a la quema. Otras especies de porte habitualmente grande, como *Dicranum scoparium* y *Polytrichum formosum*, aparecen en los cuadrados sólo como tallitos pequeños, de poca altura, aislados, sin formar céspedes.

Por otra parte, sorprende la presencia de algunas especies como, por ejemplo, *Calypogeia trichomanis* y *Leucobryum glaucum*. Respecto a la primera, nos sorprende el hecho de que una hepática haya sido capaz de recolonizar un espacio quemado, si bien es cierto que su aspecto dista mucho de lo normal, ya que aparece como ahilada, fuertemente unida al sustrato y con gran proporción de tallitos propagulíferos que deben servir para su expansión por el terreno. En cuanto a la segunda, siempre habíamos considerado que *Leucobryum glaucum* era propia de ambientes más o menos estables, a pesar de lo cual ha sido capaz de reaparecer relativamente pronto en las zonas quemadas. En principio, aparecieron tallitos diminutos y aislados, difícilmente visibles y casi con seguridad formados por germinación de esporas que sobrevivieron a las quemas; sin embargo, en las últimas visitas efectuadas a la zona, se observa que *Leucobryum glaucum* comienza a formar pequeños céspedes más fácilmente perceptibles.

En cuanto a las especies que nos parecen más características como recolonizadoras, hemos encontrado *Pleuridium acuminatum* y *Bryum* sp. Ambas especies aparecen en todos los cuadrados y de forma abundante, pero la única que parece encontrarse en un óptimo ecológico es *Pleuridium acuminatum*, ya que ha completado su ciclo vital desde la fase de protonema hasta la esporofítica, desarrollando gran cantidad de cápsulas e incluso hemos observado en las últimas visitas como se ha iniciado una 2ª generación de esta especie. No ocurre lo mismo con *Bryum* sp. la cual no ha desarrollado ni esporofitos ni diásporas asexuales, lo cual nos ha impedido determinar la especie.

Tan sólo dos especies, *Funaria hygrometrica* y *Polytrichum juniperinum*, han aparecido como nuevas después de realizar los incendios. No nos extraña la presencia de la primera pues es una especie citada a menudo como pirófila (Richardson 1981, De Las Heras 1994) y su aparición era esperada. En cambio nos ha sorprendido la aparición de *Polytrichum juniperinum*, que quizás se deba a la transformación del hábitat primitivo en el sentido de un aumento de la luminosidad y la sequedad del ambiente después de los incendios.

A modo de resumen, teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos decir que de las once especies de briofitos encontradas en los cuadrados muestreados tras los incendios, sólo tres llegan a aparecer en la totalidad de los cuadrados. Estas tres especies son *Hypnum cupressiforme*, *Pleuridium acuminatum* y *Bryum* sp. No obstante, como puede deducirse de los comentarios realizados, creemos que la especie recolonizadora por excelencia en el robledal objeto de estudio es *Pleuridium acuminatum*.

La influencia de los distintos tratamientos en cada cuadrado sobre la recuperación de la brioflora será objeto de estudio mucho más detallado en un futuro próximo. Sin embargo, queremos adelantar aquí que los dos tratamientos que más influyen son el tipo de fuego y el aporte de suelo no quemado; por el contrario la topografía no parece influir de forma definida.

Parece ser que el fuego lento favorece la diversidad de especies, pues en los cuadrados L1 (fuego lento) llegan a aparecer 11 especies diferentes, mientras que en los L2 (fuego rápido) sólo llegan a instalarse 7. Sin embargo algunas de las especies que aparecen en los L1 son ocasionales: consiguen crecer en un momento dado, pero probablemente por no encontrar condiciones mínimas para su supervivencia desaparecen. Es el caso de *Calypogeia trichomanis* y *Polytrichum formosum* en L1IS o *Dicranum scoparium* en L1IC. En cambio en los cuadrados L2 las especies que consiguen crecer son muchos más estables, es decir, una vez instaladas consiguen sobrevivir y permanecen en los cuadrados en los sucesivos muestreos.

En cuanto a la inmisión, una primera impresión es que favorece la recuperación de la brioflora, pues tanto en los cuadrados L1 como en los L2 hay tendencia a que aquellos en los que se ha aportado suelo no quemado tengan mayor riqueza florística. Este hecho es, en principio, lógico, pues en el suelo que se aporta en la inmisión debe haber muchas diásporas, además de que su contenido en algunos cationes y en materia orgánica debe ser mayor que en el suelo quemado. Ambos hechos pueden favorecer la recuperación de especies briofíticas, pero también interesa conocer si este efecto positivo se mantiene a lo largo del tiempo, si es también positivo para otros grupos vegetales, etc. Estos aspectos, avalados además por análisis químicos que han realizado colegas edafólogos, serán objeto de futuros trabajos.

BIBLIOGRAFIA

CASAS C., 1991 — New checklist of spanish mosses. *Orsis* 6: 3-26.

CLÉMENT B., FORGEARD F. & TOUFFET J., 1980 — Importance de la végétation muscinale dans les premiers stades de recolonisation des landes après incendie. *Bulletin of Ecology* 11 (3): 359-364.

CLÉMENT B. & TOUFFET J., 1988 — Le rôle des bryophytes dans la recolonisation des landes après incendie. *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie* 9 (4): 297-311.

DE LAS HERAS J., GUERRA J. & HERRANZ J.M., 1990 — Bryophyte colonization of soils damaged by fire in south-east Spain: a preliminary report on dynamics. *Journal of Bryology* 16: 275-288.

DE LAS HERAS-IBÁÑEZ J., GUERRA J. & HERRANZ J.M., 1991 — Changes in floristic diversity and fugacity of bryophytes in burnt sites of SE Spain. *Lindbergia* 17: 11-16.

DE LAS HERAS-IBÁÑEZ J., GUERRA J., HERNÁNDEZ-BASTIDA J. & HERRANZ J.M., 1992 — Synchronic study of the bryophytic vegetation of five burnt zones in SE Spain. *Vegetatio* 102: 97-105

DE LAS HERAS J., GUERRA J. & HERRANZ J.M., 1994 — Stages of Bryophyte Succession after Fire in Mediterranean Forests (SE Spain). *International Journal of Wildland Fire* 4 (1): 33-44.

DE LAS HERAS J., 1994 — Sucesión de la vegetación briofítica en bosques incendiados del sistema Alcaraz-Segura-Cazorla (SW de Albacete). Instituto de estudios Albacetenses de la Excma. Diputación de Albacete, 142 p.

DUELL R., 1983 — Distribution of the European and Macaronesian Liverworts. (Hepaticophytina). *Bryologische Beiträge* 2: 1-115.

RICHARDSON D. H. S., 1981 — The biology of the mosses. London: Blackwell Scientific Publications. 220 p.

RIVAS-MARTINEZ S., BASCONES J.C., DIAZ T.E., FERNANDEZ-GONZALEZ F. & LOIDI J., 1991 — Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica* 5: 5-456.

LÍQUENES EPIFÍTICOS DE LA VERTIENTE NORTE DEL PUERTO DE LA QUESERA, MACIZO DE AYLLÓN (CENTRO DE ESPAÑA)

Isabel Martínez MORENO * & Gregorio ARAGÓN RUBIO **

* Departamento Biología Vegetal I, Facultad de Biología, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, España.
** Departamento Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, E-28040 Madrid, España.

RESUMEN — Se presentan los primeros resultados florísticos sobre los líquenes epifíticos del Puerto de la Quesera (Segovia); en total, 115 táxones, de los cuales 52 son primera cita provincial. De ellos destacamos *Candelariella lutella* y *Xylographa trunciseda* por ser primeras citas para España y *Biatora tetramera, B. vernalis, Calicium glaucellum, Fuscidea lighfootii, Lecanora nemoralis, Micarea synotheoides, Ochrolechia upsaliensis, Pannaria ignobilis, P. pezizoides, Pertusaria pulvereo-sulphurata* y *Pyrrhospora cinnabarina*, por ser importantes ampliaciones de área.

ABSTRACT — The first floristic results of epiphytic lichens from Puerto de la Quesera (Segovia) are given. We include 115 taxa, 52 of them first provincial records. *Candelariella lutella* and *Xylographa trunciseda* are new to Spain. Important extensions of areal range in the Iberian Peninsula are recorded for *Biatora tetramera, B. vernalis, Calicium glaucellum, Fuscidea lighfootii, Lecanora nemoralis, Micarea synotheoides, Ochrolechia upsaliensis, Pannaria ignobilis, P. pezizoides, Pertusaria pulvereo-sulphurata* and *Pyrrhospora cinnabarina*.

INTRODUCCIÓN

El macizo de Ayllón está situado al Este de la Sierra de Guadarrama y engloba un conjunto de sierras que forman parte del Sistema Central. En la Sierra de Ayllón, una de estas sierras, se ubica el Puerto de la Quesera, que constituye el límite entre las provincias de Segovia y Guadalajara. Presenta un relieve muy acentuado, con cotas superiores a 2000 m (Alto del Cardoso 2131 m, Cebollera 2129 m, Lobo 2262 m y Ocejón 1948 m) y una altitud media cercana a 1700 m. En este conjunto montañoso nacen los ríos Sorbe, Jarama, Lillas y Jaramilla, que pertenecen a la cuenca del Tajo, y los ríos Riaza y Aguisejo, de la cuenca del Duero (Fig. 1).

La zona de estudio presenta un clima meditarráneo con ombroclima húmedo (Estación meteorológica de Cerezo de Arriba « La Pinilla », 1500 m, Tm = 8,6° C,

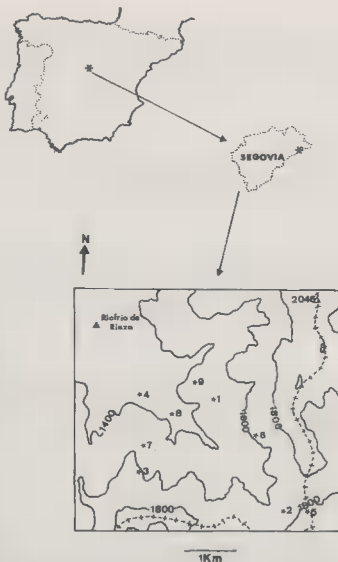


Fig. 1. — Localización del área de estudio: Limites provinciales (+ — + -- +). Relación de las localidades muestreadas. Término municipal de Riofrio de Riaza, cuenca alta del rio Riaza: **1** — Barranco Las Vegas, VL6465, 1400 m. — **2** — Hayedo de la Pedrosa, VL6563, 1680 m. — **3** — El Avellano, VL6363, 1780 m. — **4** — Arroyo de la Tejera, VL6365, 1340 m. — **5** — Cancho de la Pedrosa, VL6663, 1750 m. — **6** — Majada Larga, VL6564, 1630 m. — **7** — La Cañada, VL6364, 1600 m. — **8** — Río Riaza, VL6364, 1390 m. - **9** -- El Llano, VL6465, 1500 m. (Todas las localidades están situadas en el uso 30T de la cuadrícula UTM).

m = − 1,47° C, [redacted] = 25° C, Pm = 1253 mm) y se localiza en los pisos bioclimáticos supramediterráneo y oromediterraneo.

El substrato geológico está formado por materiales silíceos: cuarcitas y pizarras del Ordovícico, y los mismos materiales en el Silúrico con una potente formación de pizarras negras de grano fino que, a veces se hacen algo arenosas sobre ellas. En el Cuaternario aparecen los depósitos de terraza con gravas cuarcíticas de matriz arenosa, que alternan con arcillas y arenas.

La vegetación vascular está formada por melojares (*Festuco heterophyllae-Quercetum pyrenaicae* Br.-Bl. 1967), hayedos (*Galio rotundifolii-Fagetum sylvaticae* Rivas Martínez 1962) y brezales seriales (*Halimio ocymoidis-Ericetum aragonensis* Rivas Martínez 1962), todos ellos situados en el piso supramediterráneo. En el piso oromediterráneo aparece la serie silicícola del enebro rastrero (*Vaccinio myrtilli-Juniperetum nanae* Rivas Martínez 1964). La vertiente Norte del Puerto de la Quesera [redacted] la que tiene mejores formaciones árboreas, mientras que la vertiente Sur (provincia de Guadalajara) está repoblada de *Pinus pinaster*, por lo que las masas forestales autóctonas han desaparecido.

Biogeográficamente, la zona estudiada pertenece al subsector Ayllonense (sector Guadarrámico, provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, región Mediterránea) (Rivas Martínez 1987).

El estudio de la flora liquénica de la Sierra de Ayllón fue iniciado por Más y Guindal (1902) en el Pico del Ocejón. Más tarde, Rico (1983) y Sancho (1988), estudiaron los líquenes saxícolas del Pico del Lobo. Burgos (1987) trabajó con líquenes epifíticos en los hayedos de Tejera Negra y Cantalojas y, por último, Burgaz *et al.* (1994a, 1994b) han aportado datos de las comunidades de la alianza *Lobarion pulmonariae* Ochsner 1928 en dicha Sierra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras se han recogido sobre diferentes forófitos, indicados en el texto con las siguientes abreviaturas: Cm (*Crataegus monogyna*), Ea (*Erica arborea*), Ear (*Erica aragonensis*), Fs (*Fagus sylvatica*), Jn (*Juniperus communis* subsp. *alpina*), Qp (*Quercus pyrenaica*), Qpc (*Quercus petraea*) y Sa (*Salix atrocinerea*).

La abundancia relativa de las especies en la zona se señala con las abreviaturas: CC (muy común), C (común), R (rara) y RR (muy rara). Se señalan con número arábigo la localidad de recolección (Fig. 1) y el número de recolección IMM. El material está depositado en los herbarios MA-Lichen (Real Jardín Botánico de Madrid) y MACB (Departamento de Biología Vegetal I, Facultad de Biologia, Universidad Complutense). Para las especies más interesantes se incluyen algunos comentarios sobre sus características más relevantes, corología y otras citas en la Península Ibérica.

En la nomenclatura se ha seguido el criterio de Clauzade & Roux (1985), Purvis *et al.* (1992) y Nimis (1993).

RESULTADOS

Se han identificado un total de 115 taxones, dos de los cuales constituyen primera cita nacional (signo **) y 52 son primeras citas para la provincia de Segovia (signo *).

Anaptychia ciliaris (L.) Massal. — C, 1, IMM 036/94, Qp.

****Arthopyrenia punctiformis*** (Pers.) Massal. — R, 2, IMM 154/94, rama caída de *Fagus sylvatica*.

****Bacidia rosella*** (Pers.) de Not. — Las citas en España son escasas y dispersas. Sólo aparece en la mitad oriental de la Península Ibérica y Mallorca (Fiol & Font 1983). — RR, 2, IMM 155/94, Fs; 3, IMM 215/94, Ear.

****Biatora tetramera*** (de Not.) Coppins — Talo granuloso, verde-grisáceo. Apotecios de color negro (0.5-1 mm), convexos. Epitecio pardo oscuro, himenio pardo-anaranjado, hipotecio naranja, N-. Paráfisis muy soldadas. Esporas triseptadas, incoloras (20 × 7.5 µm), ocho por asco, paráfisis muy soldadas. Taxon típicamente boreal, aunque llega a alcanzar las altas montañas centroeuropeas y mediterráneas (Wirth 1980). Su área de distribución se ha visto ampliada notablemente, ya que las 2 únicas citas anteriores corresponden a las Islas Baleares (Klement 1965) y Málaga (Werner 1975). — RR, 2, IMM 211/94, Fs.

****Biatora vernalis*** (L.) Fr. — Taxon de distribución alpino-subalpina (Nimis 1993). En España se conoce de Cádiz (Colmeiro 1889), Galicia (Bahillo *et al.* 1992), León (Terrón *et al.* 1992) y Sevilla (González Fragoso 1883). Sería conveniente verificar las citas de Cádiz y Sevilla, dada la ecología tan característica de esta especie y la antigüedad de las citas. — R, 2, IMM 570/93, IMM 175/94, Fs.

Bryoria fuscescens (Gyelnik) Brodo & D. Hawksw. — CC, 2, IMM 573/93, IMM 203/94, Fs; 3, IMM 212/94, Ear; 4, IMM 193/94, Qp.

****Buellia disciformis*** (Fr.) Mudd — CC, 2, IMM 171/94, Fs; 4, IMM 182/94, Qp; 5, IMM 038/94, Ear.

****Calicium glaucellum*** Ach. — RR, 2, IMM 263/94, Qpe.

****Caloplaca cerina*** (Hedwig) Th. Fr. — C, 2, IMM 156/94, Fs.

Caloplaca ferruginea (Hudson) Th. Fr. — C, 2, IMM 039/94, Fs.

****Caloplaca holocarpa*** (Ach.) Wade — R, 6, IMM 185/94, Jn.

*****Candelariella lutella*** (Vainio) Räsänen — Talo apenas visible, formado por gránulos de pequeño tamaño de color amarillo claro. Apotecios abundantes, del mismo color del

talo, al que recubren casi totalmente; son convexos y sin reborde talino cuando maduran. Esporas incoloras, unitabicadas (11 × 4.5 μm), 12 por asco. Su distribución en Europa es amplia, siendo su cita más cercana en el Sur de Francia (Abbassi Maaf & Roux 1987). — RR, 2, IMM 040/94, Fs; 4, IMM 041/94, Sa.

Cetraria ericetorum Opiz — Taxon con hábitat terrícola, pero que en nuestra zona ha sido recolectado en la base de *Erica aragonensis*. Se distribuye en montañas y regiones frías de Europa (Clauzade & Roux 1985). — RR, 6, IMM 237/94, Ear.

****Cetraria sepincola*** (Ehrh.) Ach. — Especie boreal-centroeuropea montana (Wirth 1980) aunque llega incluso a las montañas mediterráneas (Nimis 1993). Especie acidófila, que en España aparece epífita sobre coníferas. En nuestra zona es muy abundante en las ramas superiores de *Erica aragonensis*. — CC, 3, IMM 208/94, Ear; 5, IMM 524/93, Ear.

Cladonia fimbriata (L.) Fr. — CC, 1, IMM 227/94, Qp; 4, IMM 222/94, Qp.

Cladonia coniocraea (Flörke) Sprengel — C, 7, IMM 230/94, base de Fs.

Cladonia merochlorophaea Asah. — Taxon de distribución centroeuropea con tendencia oceánica. Ha sido citada del Puerto de la Quesera (Burgaz & Ahti 1994) y de Galicia (Bahillo *et al.* 1992 y Álvarez 1994). — RR, 3, IMM 244/94, Ear.

Cladonia pyxidata (L.) Hoffm. — CC, 1, IMM 228/94, Qp; 2, IMM 579/93, IMM 226/94, IMM 231/94, Fs.

****Coelocaulon aculeatum*** (Schreber) Link — R, 3, IMM 209/94, Ear.

Collema furfuraceum (Arnold) Du Rietz — C, 4, IMM 126/94, Qp.

Collema subflaccidum Degel. — CC, 1, IMM 043/94, Cm; 2, IMM 121/94, Fs.

****Collema subnigrescens*** Degel. — En España existen pocas citas, y muy dispersas, por todo el territorio. Las más cercanas son las de Salamanca (Marcos & Navarro 1982), Soria y Zaragoza (Boqueras *et al.* 1989). — R, 2, IMM 044/94, Fs.

****Chrysothrix candelaris*** (L.) Laundon — C, 2, IMM 042/94, Fs.

****Degelia plumbea*** (Lightf.) P.M. Jørg. & P. James — R, 1, IMM 045/94, Qp.

Dendriscocaulon umhausense (Auersw.) Degel. — Especie suboceánica (Nimis 1993). Está bastante citada en el Sistema Central. — C, 4, IMM 165/94, Qp; 8, IMM 526/93, Qp.

Evernia prunastri (L.) Ach. — CC, 3, IMM 207/94, Ear; 7, IMM 188/94, Qp; 8, IMM 527/93, Qp.

****Fuscidea lightfootii*** (Sm.) Coppins & P. James — Taxon de distribución atlántica (Purvis *et al.* 1992). Se desarrolla habitualmente sobre cortezas de carácter ácido. Su

área de distribución se amplía notablemente con nuestro hallazgo, ya que las citas anteriores están restringidas exclusivamente al norte de la Península. — R, 1, IMM 047/94, Ea.

Hypocenomyce scalaris (Liljeblad) M. Choisy — Aparece habitualmente en maderas ácidas o en descomposición. Tiene su óptimo en la zona boreal europea, aunque puede llegar a las montañas mediterráneas (Nimis 1993). Presenta una distribución bastante dispersa en la Península Ibérica, pero sus citas siempre corresponden a la mitad septentrional. – RR, 2, IMM 048/94, Qpe.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. — CC, 1, IMM 051/94, Qp; 4, IMM 052/94, Ea; 5, IMM 050/94, Ear.

Hypogymnia tubulosa (Schaerer) Havaas — CC, 2, IMM 528/93, Fs; 3, IMM 206/94, Ear; 4, IMM 167/94, Qp; 5, IMM 529/93, IMM 210/94, Ear.

****Imshaugia aleurites*** (Ach.) S.F. Meyer — Citado del Norte, Este y Oeste de la Península Ibérica. — R, 5, IMM 082/94, Ear.

****Lecania fuscella*** (Schaerer) Körber — Ampliamente distribuida por Europa. En España, presenta una distribución dispersa, siendo la cita más cercana la de Toledo (Crespo & Atienza 1989). — RR, 4, IMM 055/94, Ea.

****Lecanora carpinea*** (L.) Vainio — C, 4, IMM 251/94, Sa.

Lecanora chlarotera Nyl. — CC, 2, IMM 258/94, Fs; 4, IMM 254/94, Sa.

****Lecanora circumborealis*** Brodo & Vitik. — Especie de distribución boreal, que alcanza las montañas mediterráneas (Nimis 1993). Aparece, junto con *Cetraria sepincola*, *Lecanora varia* y *L. symmicta*, en las zonas centrales de las ramas de los brezos. — C, 5, IMM 259/94, Ear; 4, IMM 260/94, Ea.

Lecanora intumescens (Rebent.) Rabenh. — CC, 2, IMM 257/94, Fs; 8, IMM 255/94, rama de Qp; 4, IMM 256/94, Qp.

****Lecanora nemoralis*** Makarewitsch — Taxon de distribución centroeuropea (Wirth 1980). Escasamente citada en la Península : Cataluña (Gómez-Bolea 1985), Salamanca (Marcos Laso 1989) y Zaragoza (Boqueras *et al.* 1989). — R, 2, IMM 261/94, Fs.

****Lecanora pulicaris*** (Pers.) Ach. — C, 2, IMM 195/94, Fs.

****Lecanora symmicta*** (Ach.) Ach. — Taxon de amplia distribución, siempre sobre madera ácida. — C, 5, IMM 253/94, Ear; 6, IMM 202/94, Jn.

****Lecanora umbrina*** (Ach.) Massal. — En la Península Ibérica presenta una distribución bastante dispersa. Su localidad conocida más cercana está en Toledo (Martinez *et al.* 1993). — R, 4, IMM 250/94, Sa.

****Lecanora varia*** (Hoffm.) Ach. — C, 1, IMM 198/94, Qp ; 5, Ear ; 6, IMM 161/94, tocón de haya.

****Lecidea botryosa*** (Fr.) Th. Fr. — RR, 2, IMM 264/94, Qpe.

Lecidella euphorea (Flörke) Hertel — CC, 2, IMM 201/94, IMM 170/94, Fs; 6, IMM 163/94, Fs; 6, IMM 184/94, Jn.

****Lepraria incana*** (L.) Ach. — CC, 1, IMM 245/94, Qp; 2, IMM 571/93, IMM 172/94, Fs; 4, IMM 243/94, Ea.

Lepraria neglecta (Nyl.) Lettau — (Fs, Qp, Burgaz *et al.* 1994a).

Leptogium saturninum (Dicks.) Nyl. — (Qp, Burgaz *et al.* 1994a).

****Letharia vulpina*** (L.) Hue — Su distribución europea es incierta. En zonas continentales, va ligada a troncos de coníferas o fagáceas en descomposición y a rocas silíceas, pero es bastante rara en las montañas mediterráneas. En la Península Ibérica ha sido citada antigüamente con cierta frecuencia (Colmeiro 1867 y Lázaro Ibiza 1896), aunque actualmente, las citas son escasas y muy dispersas. La cita más cercana a nuestra zona de estudio corresponde a Guadalajara (Burgos & Burgaz 1990). La hemos encontrado epífita sobre *Quercus petraea*, junto con *Hypocenomyce scalaris*, *Lecidea botryosa* y *Calicium glaucellum*. — RR, 2, IMM 057/94, Qpe.

Lobaria amplissima (Scop.) Forss. — Es muy abundante en la mitad Norte peninsular, quedando restringida, en el área mediterránea, a zonas con influencia atlántica. Sólo hemos encontrado un ejemplar sobre musgo, en un tronco viejo de haya. — RR, 2, IMM 058/94, Fs (Qp, Burgaz *et al.* 1994b).

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. — CC, 2, IMM 530/93, IMM 122/94, IMM 164/94, Fs (Qp, Burgaz *et al.* 1994a).

Lobaria scrobiculata (Scop.) DC. — CC, 4, IMM 059/94, Qp (Fs, Burgaz *et al.* 1994b).

****Micarea synotheoides*** (Nyl.) Coppins — Talo crustáceo, gris verdoso, P-. Epitecio gris oscuro K + (violeta). Esporas multiseptadas (4-7), 20-22.5 × 1.5-2.5 μm. Existen muy pocas referencias de este táxon en la Península Ibérica : Ciudad Real (Sarrión *et al.* 1993), Navarra (Etayo 1989a) y Tarragona (Giralt & Gómez-Bolea 1990, Giralt *et al.* 1991). — C, 2, IMM 197/94, Fs; 1, IMM 200/94, Qp.

Nephroma laevigatum Ach. — C, 8, IMM 531/93, Qp (Fs, Burgaz *et al.* 1994b).

Nephroma parile (Ach.) Ach. — Existen pocas citas en la Península. Su área de distribución está restringida a la mitad Norte peninsular (Aragón & Martínez 1995). — CC, 2, IMM 560/93, Fs; 7, IMM 060/94, Qp.

Nephroma resupinatum (L.) Ach. — C, 2, IMM 533/93, IMM 565/93, Fs (Qp, Burgaz *et al.* 1994a).

Ochrolechia pallescens (L.) Massal. — C, 1, IMM 061/94, Ea; 1, IMM 150/94, Qp.

****Ochrolechia turneri*** (Sm.) Hassel. — Aparece en la taigá y bosques montanos del centro de Europa. Ampliamente citada en la mitad septentrional de la Península Ibérica, la cita más meridional corresponde a Albacete (Egea *et al.* 1985). — RR, 2, IMM 145/94, Fs.

***Ochrolechia upsaliensis** (L.) Massal. — Especie ártico-alpina (Wirth 1980). En España, sólo ha sido citada de Asturias (Vázquez 1978) y Cataluña (Gómez Bolea 1985). — R, 2, IMM 179/94, Fs; 8, IMM 158/94, Qp.

***Pannaria ignobilis** Anzi — Talo crustáceo, escuamuloso, gris con tonos azulados, P-. Apotecios 0.5-1 µm, con borde talino granuloso y disco pardo rojizo, K-. Las esporas son algo mayores de lo habitual, 14-18 × 8-10 µm no incluido el perisporio. Himenio I + azul-verdoso, poco después rojo-pardo. En Europa tiene una distribución atlántico-mediterránea. Escasamente citada en la Península: Álava (Etayo 1992), Ciudad Real (Sarrión *et al.* 1993) y Salamanca (Marcos Laso & Navarro Andrés 1982). — RR, 1, IMM 063/94, base de Qp.

Pannaria mediterranea C. Tav. — Distribución atlántico-mediterránea. Ampliamente citada en la Península Ibérica. — CC, 1, IMM 064/94, Qp; 4, IMM 166/94, Qp; 8, IMM 534/93, Qp (Fs, Burgaz *et al.* 1994b).

***Pannaria pezizoides** (C.H. Weber) Trevisan — Distribución ártico-centroeuropea alpina (Wirth 1980). Solamente citada en el Norte peninsular: Cantabria (Martínez *et al.* 1994), Cataluña (Vayreda 1882, Llenas 1910), Galicia (Bahillo *et al.* 1992 y Álvarez 1994), Navarra (Etayo 1989a) y Portugal (Tavares 1965). — R, 2, IMM 065/94, en la base de Fs; 7, IMM 204/94, en interior de melojar (Qp), Fs.

***Pannaria sampaiana** C. Tav. — Distribución atlántico-mediterránea. Citada en en la mitad occidental del Norte de España; la cita más cercana y meridional corresponde a Salamanca (Marcos Laso & Navarro Andrés 1982). — RR, 1, IMM 066/94, Qp.

Parmelia exasperata de Not. — CC, 2, IMM 580/93, IMM 068/94, Fs; 3, IMM 214/94, Ear; 4, IMM 221/94, Qp; 5, IMM 069/94, Ear.

***Parmelia exasperatula** Nyl. — C, 2, IMM 152/94, Ea ; 5, IMM 070/94, Ear.

Parmelia glabra (Schaerer) Nyl. — C, 2, IMM 581/93, Fs; 4, IMM 071/94, Sa; 8, IMM 535/93, Qp.

Parmelia glabratula (Lamy) Nyl. — R, 3, IMM 229/94, Ear.

Parmelia omphalodes (L.) Ach. — Taxon típicamente silicícola, excepcionalmente epífito. — R, 4, IMM 240/94, Ear; 6, IMM 109/94, Qp.

***Parmelia quercina** (Willd.) Vainio — C, 8, IMM 537/93, Qp.

Parmelia saxatilis (L.) Ach. — CC, 2, IMM 075/94, Fs; 3, IMM 213/94, Ear; 5, IMM 076/94, Ear; 9, IMM 074/94, Qp.

Parmelia subaurifera Nyl. — CC, 1, IMM 072/94, Ea ; 2, IMM 540/93, Fs; 3, IMM 217/94, Ear (Qp, Burgaz *et al.* 1994b).

Parmelia sulcata Taylor — CC, 2, IMM 169/94, IMM 189/94, Fs; 3, IMM 216/94, Ear; 4, IMM 073/94, Qp; 5, IMM 538/93, Ear.

****Parmelia tiliacea*** (Hoffm.) Ach. — CC, 2, IMM 582/93, Fs; 4, IMM 078/94, Sa; 4, IMM 239/94, Qp.

****Parmeliella triptophylla*** (Ach.) Müll. Arg. — Citada con más frecuencia en el Norte peninsular en comunidades de la alianza *Lobarion pulmonariae* Ochsner. — R, 2, IMM 080/94, IMM 173/94, Fs.

Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl. — Presenta en Europa una distribución boreal-submediterránea montana (Wirth 1980). Crece, preferentemente, epífito sobre coníferas. — CC, 2, IMM 174/94, Fs; 5, IMM 081/94, Ear; 6, IMM 205/94, Ear.

Parmeliopsis hyperopta (Ach.) Arnold — Distribución similar a la especie anterior. En la zona de estudio, se encuentra en las partes inferiores y medias del tronco de los brezos, junto con *Parmeliopsis ambigua*, *Imshaugia aleurites* y *Vulpicida pinastri*. — CC, 2, IMM 157/94, Ea; 5, IMM 083/94, Ear.

Peltigera canina (L.) Willd. — (Qp, Burgaz *et al.* 1994a).

Peltigera collina (Ach.) Schrad. — CC, 2, IMM 542/93, Fs; 7, IMM 120/94, Qp; 8, IMM 541/93, Qp.

Peltigera horizontalis (Huds.) Baumg. — C, 2, IMM 087/94, base de Fs.

Peltigera membranacea (Ach.) Nyl. — C, 4, IMM 180/94, Qp; 8, IMM 558/93, en base Qp; 9, IMM 112/94, base de Qp.

Peltigera neckeri Müll. Arg. — R, 2, IMM 562/93, base de Fs.

Peltigera praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf — CC, 2, IMM 544/93, IMM 561/93, base de Fs; 4, IMM 181/94, Qp; 8, IMM 545/93, IMM 564/93, base de Qp.

Pertusaria albescens (Huds.) M. Choisy & Werner — CC, 1, IMM 153/94, Ea; 2, IMM 176/94, Fs; 7, IMM 159/94, Fs en melojar (Qp, Burgaz *et al.* 1994b).

****Pertusaria amara*** (Ach.) Nyl. — R, 1, IMM 149/94, Qp.

****Pertusaria coccodes*** (Ach.) Nyl. — R, 2, IMM 146/94, Fs.

****Pertusaria coronata*** (Ach.) Th. Fr. — Citada con mayor abundancia en el Norte peninsular, la cita más cercana corresponde a Guadalajara (Burgos & Burgaz 1990). — C, 2, IMM 572/93, Fs.

****Pertusaria flavida*** (DC.) Laundon — CC, 1, IMM 148/94, Qp; 2, IMM 089/94, Fs; 5, IMM 238/94, Ear.

****Pertusaria hemisphaerica*** (Flörke) Erichsen — R, 2, IMM 548/93, Fs.

****Pertusaria leucostoma*** (Bernh.) Massal. — R, 2, IMM 177/94, Fs.

Pertusaria pulvereo-sulphurata Harm. — En España ha sido citada en La Coruña (Bahillo *et al.* 1992). — RR, 2, IMM 584/93, Fs.

****Phlyctis argena*** (Sprengel) Flotow — C, 4, IMM 183/94, Qp; 8, IMM 549/93, Qp.

Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier — R, 4, IMM 090/94, Sa.

Physcia aipolia (Hampe) Fürnr. — C, 2, IMM 091/94, Fs; 4, IMM 092/94, Sa.

***Physcia biziana* var. biziana** (Massal.) Zahlbr. — C, 4, IMM 219/94, Qp; 4, IMM 093/94, Sa.

****Physcia caesia* var. *caesiella*** (B. de Lesd.) Clauz. & Roux — Ampliamente citada en la Península, pero como saxícola. — RR, 2, IMM 094/94, Jn.

Physcia semipinnata (Gmelin) Moberg — R, 3, IMM 235/94, Ear.

Physcia stellaris (L.) Nyl. — C, 2, IMM 095/94, Fs; 6, IMM 108/94, Fs; 3, IMM 236/94, Ear.

****Physcia tenella*** (Scop.) DC. — R, 7, IMM 119/94, Qp.

Physconia distorta (With.) Laundon — CC, 4, IMM 218/94, Qp; 8, IMM 550/93, Qp.

Physconia enteroxantha (Nyl.) Poelt — C, 8, IMM 551/93, Qp.

Physconia perisidiosa (Erichsen) Moberg — C, 1, IMM 096/94, Qp (Fs, Burgaz *et al.* 1994a).

Platismatia glauca (L.) W. Culb. & C. Culb. — CC, 2, IMM 124/94, Fs; 5, IMM 098/94, Ear; 9, IMM 097/94, Qp.

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf — CC, 2, IMM 559/93, IMM 554/93, Fs; 4, IMM 151/94, Ea; 5, IMM 553/93, Ear; 7, IMM 118/94, Qp; 8, IMM 563/93, Qp.

Psoroma hypnorum (Vahl) Gray — Taxon ártico-alpino con distribución similar a *Parmeliella triptophylla* (Jørgensen 1978). En la Península está bastante citado, sobre todo en las montañas de la región eurosiberiana. — C, 7, IMM 100/94, base de Qp.

****Pyrrhospora cinnabarina*** (Sommerf.) Choisy — Taxon con distribución boreal (ártico)-subalpino (alpino) (Nimis 1993). Existen pocas citas en la Península Ibérica: Países Catalanes (Llimona *et al.* 1987), Navarra (Etayo 1989b) y Salamanca (*Marcos Laso*, MAF-Lich. 58). — RR, 1, IMM 099/94, Ea.

Ramalina calicaris (L.) Fr. — C, 2, IMM 555/93, Fs.

Ramalina farinacea (L.) Ach. — C, 2, IMM 556/93, Fs.

Ramalina fraxinea (L.) Ach. — CC, 4, IMM 223/94, Qp; 8, IMM 107/94, Qp.

Rhizocarpon lecanorinum Anders — Taxon típicamente saxícola, excepcionalmente epifítico. — RR, 3, IMM 125/94, Ear.

****Rinodina pyrina*** (Ach.) Arnold — R, 2, IMM 199/94, Jn.

Rinodina sophodes (Ach.) Massal. — C, 1, IMM 241/94, Qp; 4, IMM 101/94, Sa.

****Scoliciosporum chlorococcum*** (Stenh.) Vězda — Distribución centroeuropea (Wirth 1980). Taxon escasamente citado en la Península: Cataluña (Gómez-Bolea 1985), Madrid (Crespo & Bueno 1982) y Navarra (Etayo 1987). — RR, 2, IMM 196/94, base de Fs.

****Usnea lapponica*** Vain. — Taxon muy crítico, tanto desde el punto de vista nomenclatural como taxonómico. Citado en Cataluña (Gomez-Bolea 1985), Ciudad Real (Sarrión *et al.* 1993) y Galicia (Bahillo *et al.* 1992 y Alvarez 1994). — C, 2, IMM 578/93, Fs; 7, IMM 187/94, Qp.

Vulpicida pinastri (Scop.) Mattson & Lai — Taxon de distribución boreal-centroeuropea montana (Wirth 1980), ligado a la distribución de coníferas (*Pinus* sp.). — CC, 5, IMM 523/93, Ear; 6, IMM 211/94, Ear.

Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr. — R, 2, IMM 106/94, Fs.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. — CC, 2, IMM 105/94, Fs; 4, IMM 103/94, Sa; 4, IMM 168/94, Qp; 7, IMM 104/94, Fs.

*****Xylographa trunciseda*** (Th. Fr.) Minks. ex Redinger — Talo endofleódico, pero que presenta algunos goniocistos de color marrón sobre la superficie de la madera. Lirelas de pequeño tamaño. Esporas simples, incoloras (11.5-13 × 5.5-6 μm). Taxon afín a *X. minutula*, diferenciándose notablemente de éste en que el talo está liquenizado. Con esta cita, se amplía notablemente el área de distribución de esta especie en Europa, ya que tanto Clauzade & Roux (1985) como Purvis *et al.* (1992) sitúan este taxon en Escocia, Norte de Irlanda y Suecia. — RR, 6, IMM 162/94, tocón de Fs.

DISCUSIÓN

Al tratarse de un estudio de flora liquénica epífita desarrollada en bosques estables, la mayoría de las especies encontradas presentan una distribución amplia.

El elemento mejor caracterizado es el oceánico-suboceánico, representado por *Cladonia merochlorophaea*, *Collema subflaccidum*, *C. subnigrescens*, *Degelia plumbea*, *Dendriscocaulon umhausense*, *Fuscidea lightfootii*, *Lobaria amplissima*, *L. pulmonaria*, *L. scrobiculata*, *Nephroma laevigatum*, *N. parile*, *N. resupinatum* y *Parmeliella triptophylla*.

Dentro de este grupo, hay que distinguir algunas especies de distribución atlántico-mediterránea como *Pannaria ignobilis*, *P. mediterranea* y *P. sampaiana*, y táxones oceánicos con un área restringida, como *Micarea synotheoides*. La existencia de estos táxones refleja la influencia oceánica existente en la Sierra de Ayllón.

También hay que destacar la presencia del elemento boreal-centroeuropeo, con *Biatora tetramera, Candelariella lutella, Cetraria sepincola, Imshaugia aleurites, Lecanora circumborealis, L. nemoralis, Pannaria pezizoides, Scoliciosporum chlorococum, Vulpicida pinastri.* Además, destacamos el elemento alpino, con *Biatora vernalis, Lepraria neglecta, Ochrolechia upsaliensis* y *Psoroma hypnorum.* Ambos elementos están representados en la zona de estudio gracias a las especiales características climáticas que tiene, más propias de la región eurosiberiana que de la mediterránea.

El elemento submediterráneo está representado por *Lecanora intumescens, Physcia biziana* y *Physcia semipinnata.* No aparecen especies de carácter mediterráneo, ello es debido a que los elementos mediterráneos s.st. prefieren substratos xéricos y un hábitat saxícola (Nimis & Poelt 1987), no estudiado en nuestro trabajo.

Por último, conviene destacar el buen estado, en general, que presentan los bosques estudiados en este trabajo, especialmente los hayedos. Estos hayedos están formados por ejemplares de gran tamaño y en buenas condiciones de conservación. Creemos que ésto [redacted] debido, en contraposición al caso de los hayedos de la vertiente meridional (Guadalajara), a la ausencia de talas abusivas en los últimos años, lo que favorece el desarrollo de las comunidades del *Lobarion pulmonariae* y la presencia de táxones propios de latitudes más septentrionales. Pero, actualmente, esta zona se ve amenazada por la construcción de una presa en el mismo valle del río Riaza, por lo que es de temer que estas comunidades tan singulares también se vean afectadas.

AGRADECIMIENTOS — Queremos agradecer la revisión desinteresada de numerosas muestras a los Drs. A.R. Burgaz (Universidad Complutense, Madrid), B.J Coppins (Royal Botanic Garden, Edinburgh), A. Orange (National Museum of Wales), L. Tibell (Uppsala University) y [redacted] Dña. Inés Ibañez (Universidad Complutense, Madrid). También agradecemos a la Dra. A.R. Burgaz las sugerencias aportadas al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

ABBASSI MAAFF L. & ROUX C., 1987 (1986) — Les peuplements lichéniques corticoles de la chênaie verte : étude de la gardiole de Rians et de l'île de Port-Cros (Var). *Bulletin de la Société linnéenne de Provence* 38: 189-245.

ÁLVAREZ J., 1994 — *Flora y vegetación liquénica epífita de la Sierra del Caurel (Lugo).* Tesis en microfichas núm. 356. Universidad de Santiago de Compostela.

ARAGÓN G. & MARTÍNEZ I., 1995 — Cartografía corológica de líquenes ibéricos, II. *Botanica complutensis* 20 (en prensa).

BAHILLO L., LÓPEZ DE SILANES M.E. & TERRÓN A., 1992 — A preliminary checklist of lichens in Galicia (NW of Spain). Fotocopia presentada en el 2IAL Meeting, Bastad. Suecia.

BOQUERAS, M., GÓMEZ-BOLEA A., GIRALT M., ATIENZA V., HERNÁNDEZ PADRÓN C. & SERIÑÁ E., 1989 — Catálogo de líquenes epifitos del Moncayo. *Turiaso* 9 (2): 467-484.

BURGAZ A.R. & AHTI T., 1994 — Contribution to the study of the genera *Cladina* and *Cladonia* in Spain. II. *Nova Hedwigia* 59 (3-4): 399-440.

BURGAZ A.R., FUERTES E. & ESCUDERO A., 1994a — Ecology of cryptogamic epiphytes and their communities in deciduous forests in mediterranean Spain. *Vegetatio* 112: 73-86.

BURGAZ A.R., FUERTES E. & ESCUDERO A., 1994b — Climax epiphytic communities in Mediterranean Spain. *Botanical Journal of the linnean Society* 115: 35-47.

BURGOS J., 1987 — *Contribución al estudio de los líquenes epífitos de los hayedos de Tejera Negra, Cantalojas (Guadalajara)*. Tesis de Licenciatura (inédita). Universidad Complutense de Madrid. 180 p.

BURGOS J. & BURGAZ A.R., 1990 — Algunos líquenes epífitos del hayedo de Tejera Negra (Guadalajara, España). *Botanica complutensis* 16: 37-45.

CLAUZADE G. & ROUX C., 1985 - Likenoj de Okcidenta Eŭropo. Ilustrita determinlibro. Royan: Societé Botanique du Centre-Ouest. 893 p.

COLMEIRO M., 1867 — Enumeración de las criptógamas de España y Portugal. Líquenes. Vol. 2: 63-164. Madrid.

COLMEIRO M., 1889 - Enumeración y revisión de las plantas de la Península Hispano-Lusitana e Islas Baleares. Líquenes. Vol. 5: 758-875. Madrid.

CRESPO A. & BUENO A.G., 1982 — Flora y vegetación liquénica de la Casa de Campo de Madrid (España). *Lazaroa* 4: 327-356.

CRESPO A. & ATIENZA V., 1989 — Sobre la flora y vegetación liquénica epifítica de las formaciones fruticosas de saladar. *Lazaroa* 11: 135-139.

EGEA J.M., MORENO P.P. & TORRENTE P., 1985 — Vegetación liquénica epifítica de la Sierra del Calar del Mundo: Esbozo fitosociológico. *Anales de Biología, Universidad de Murcia* 6: 41-53.

ETAYO J., 1987 - El género *Scoliciosporum* (*lichenes*) en Navarra. *Publicaciones de biología de la universidad de Navarra. Serie botanica* 7: 35-39.

ETAYO J., 1989a — Flora liquénica epífita del robledal de Ibardín (Navarra, España). *Anales del Jardín botánico de Madrid* 46 (1): 323-332.

ETAYO J., 1989b — Líquenes epífitos del Norte de Navarra. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Navarra. 980 p.

ETAYO J., 1992 — Fragmenta chorologica occidentalia, Lichenes, 3935-4012. *Anales del jardín botánico de Madrid* 50 (1): 86.

FIOL L.A. & FONT M.A., 1983 — Liquens epífits de *Quercus ilex* a l'illa de Mallorca. I. *Boletín de la sociedad de historia natural de Baleares* 27: 103-116.

GIRALT M. & GÓMEZ-BOLEA A., 1990 — Líquenes epífitos nuevos o interesantes del litoral sur de Cataluña. *Cryptogamie, Bryologie — Lichénologie* 11: 43-56.

GIRALT M., GÓMEZ-BOLEA A. & LLIMONA X., 1991 — Flora liquènica epifítica de la Punta de la Mora (Tarragonès, Catalunya). *Butlletí de la institució catalana d'historia natural* 59 (8): 57-69.

GÓMEZ-BOLEA A., 1985 — *Líquenes epífitos en Cataluña*. Resumen de la Tesis Doctoral. Barcelona: Centre de Publicacions, Intercanvi Cientific i Extensió Universitària. Barcelona. 54 p.

GONZÁLEZ FRAGOSO R., 1883 - Apuntes para la flora de la provincia de Sevilla. *Anales de la sociedad española de historia natural. Mem.*, Sér. I, 12(3): 343-420.

JØRGENSEN M., 1978 - The lichen family *Pannariaceae* in Europe. *Opera botanica* 45: 1-124.

KLEMENT O., 1965 — Flechtenflora und Flechtenvegetation der Pityusen. *Nova Hedwigia* 9 (1-4): 435-501.

LÁZARO IBIZA B., 1896 - Compendio de la Flora Española. I. Líquenes. Madrid. Pp. 507-550.

LLENAS I FERNÁNDEZ M., 1910 — Ensaig d'una flora liquénica de Catalunya. *Butlletí de la Institució catalana d'Historia natural* 2ª época, 6 (1-6): 1-39.

LLIMONA X., HLADEUN N., NAVARRO-ROSINÉS P., GÓMEZ-BOLEA A. *et al.*, 1987 — Una ordenación sistemática de los líquenes de los Países Catalanes. Fotocopia presentada al VII Congreso Nacional de Botánica Criptogámica. Madrid.

MARCOS LASO B. & NAVARRO ANDRÉS F., 1982 — Las comunidades del *Lobarion pulmonariae* en las sierras meridionales salmantinas. *Stvdia Botanica* 1: 59-64.

MARCOS LASO B., 1989 — Sobre algunos Lecanoráceos (líquenes) epífitos salmantinos. *Anales del Jardín botánico de Madrid* 46 (1): 328.

MARTÍNEZ I., SARRIÓN F.J. & BURGAZ A.R., 1993 — Líquenes epífitos de San Pablo de los Montes (Toledo, España). *Botanica complutensis* 18: 231-240.

MARTÍNEZ I., ARAGÓN G. & IBAÑEZ I., 1994 — Fragmenta chorologica occidentalia, Lichenes, 5228-5282. *Anales del Jardín botánico de Madrid* 52 (2) : 201-205.
MÁS Y GUINDAL J., 1902 — Una excursión botánica al Pico del Ocejón. *Boletín de la Real Sociedad española de Historia natural* 2: 159-160.
NIMIS P.L. & POELT L., 1987 — The lichen and lichenicolous fungi of Sardinia (Italy). *Studia geobotanica.* 7 supl. 1. 269 p.
NIMIS P.L., 1993 — The lichens of Italy. Torino: Museo Regionale di Scienze Naturali. 897 p.
PURVIS O.W., COPPINS B.J., HAWKSWORTH D.L., JAMES P.W. & MOORE D.M., 1992 — The lichen flora of Great Britain and Ireland. London: The British Lichen Society. 710 p.
RICO V., 1983 — *Líquenes de los pisos Oro – y Crioromediterráneos del Pico del Lobo (Sierra de Ayllón, Segovia).* Tesis de licenciatura inédita. Universidad Autónoma de Madrid. Fac. CC Biológicas. 304 p.
RIVAS-MARTÍNEZ S., 1987 — Memoria del mapa de series de vegetación de España. (1: 400.000) I.C.O.N.A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
SANCHO L.G., 1988 – La vegetación liquénica ornitocoprófila de espolones en el alto Sistema Central español. *Acta botanica barcinonensia* 37: 223-236.
SARRIÓN F.J., MARTÍNEZ I. & BURGAZ A.R., 1993 – Líquenes epífitos de Sierra Madrona (Ciudad Real, España). *Cryptogamie, Bryologie – Lichénologie* 14 (4): 389-400.
TAVARES C.N., 1965 — The genus *Pannaria* in Portugal. *Portugaliae Acta biologica Serie B,* 8 (1-4): 1-16.
TERRÓN A., LLAMAS B. & PENAS A., 1992 — Aportaciones al estudio de algunas comunidades brioliquénicas de la provincia de León. *Lazaroa* 13 : 23-31.
VAYREDA E., 1882. – Lichens. In: Associació d'Excursions Catalana, Catàlech de la Flora de la Vall de Nuria. Barcelona. Pp. 90-91.
VÁZQUEZ V.M., 1978 — Notas liquenológicas – I. Aportaciones al catálogo asturiano. *Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo* 17-19: 295-301.
WERNER R.G., 1975 — Étude écologique et phytogeógraphique sur les lichens de l'Espagne méridionale. *Revue bryologique et lichénologique* 41(1): 55-82.
WIRTH V., 1980 — Flechtenflora. Stuttgart: Ulmer, 552 p.

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

D. LAMY
Lab. Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris

BEDNAREK OCHYRA Halina — **Rodzaj *Racomitrium* (Musci, Grimmiaceae) W Polsce : taksonomia, ekologia i fitogeografia. [The genus *Racomitrium* (Musci, Grimmiaceae) in Poland : Taxonomy, ecology and phytogeography].** *Fragmenta floristica et geobotanica, Series Polonica* 1995, 2 : 30-307, ill. [bibliographie pp. 258-280, résumé en anglais pp. 280-302, index pp. 302-307]. (Instytut Botaniki im. W. Szafra, ul. Lubicz 46, PL-31-512 Krakow).

Après un aperçu historique du genre *Racomitrium*, Halina Bednarek-Ochyra décrit les différents caractères taxonomiques tirés du gamétophyte et du sporophyte, parmi lesquels la structure anatomique de la nervure, les cellules supra-alaires, les marges foliaires, l'arête hyaline et les feuilles périchétiales apparaissent d'une grande importance pour la taxonomie du genre. La cytologie, l'écologie, la distribution géographique de *Racomitrium* sont évoqués avant d'aborder la taxonomie du genre. Sur la base de la structure du péristome, des feuilles périchétiales et de la papillosité des cellules de la lamina, de nouvelles subdivisions sont proposées. Toutefois, ce synopsis devra être affiné par la révision complète des espèces de *Racomitrium*.

Le genre *Racomitrium* Brid. est divisé en 5 sous-genres :

1. Subgen. *Niphotrichum* Bedn.-Ochyra subgen. nov. (esp. type : *R. canescens*) [Sect. *Canescentia* (Kindb.) stat. et comb. nov. (*Racomitrium* 2. *Canescentia*) (***R. canescens***, *R. panschii*) ; Sect. *Elongata* sect. nov. : Subsect. *Ericoides* Frisv. (***R. ericoides, R. elongatum***) Subsect. *Minima* subsect. nov. (*R. pygmaeum, R. barbuloides, R. muticum*) — Subsect. *Japonica* subsect. nov. (*R. japonicum*)].

2. Subgen. *Racomitrium* (***R. lanuginosum***, R. pruinosum).

3. Subgen. *Cataracta* Vilh. [Sect. *Fascicularis* sect. nov. (***R. fasciculare***, R. papeetense) ; Sect. *Chrysea* sect. nov. (*R. laevigatum*) ; Sect. *Pilifera* sect. nov. (*R. carinatum, R. varium, R. lepervanchei*) ; Sect. *Stenotrichum* (Chev.) comb. nov. (*Trichostomum* sect.) : Subsect. *Papillosa* (Kindb.) stat. et comb. nov. (*Racomitrium* 3. *Pap.*) (***R. aciculare***, R. hespericum) - Subsect. *Hydrophilum* subsect. nov. (***R. aquaticum***) - Subsect. *Cucullaria* subsect. nov. (*R. cucullatifolium*) - Subsect. *Andicola* subsect. nov. (*R. dichelymoides*) — Subsect. *Grimmiaeformis* subsect. nov. (*R. grimmioides*)].

4. Subgen. *Ellipticodryptodon* (Vilh.) Bedn.-Ochyra & Ochyra [Sect. *Marginata* sect. nov. (*R. crispipilum*, ***R. microcarpon***, *R. verrucosum, R. vulcanicola, R. crispulum, R. didymum, R. membranaceum, R. orthotrichaceum, R. pachydictyon, R. heterostichoides, R. subulifolium*) ; Sect. *Laevifolia* (Kindb.) Nog. (***R. affine***, *R. depressum*, ***R. heterostichum, R. obtusum***, *R. obesum, R. pacificum, R. venustum, R. lusitanicum*) ; Sect. *Lawtonia* sect. nov. (*R. laetum, R. lawtonae*) ; Sect. *Sudetica* sect. nov. (*R. brevipes*, **R. macounii incl. subsp. *alpinum***), *R. occidentale*, **R. sudeticum incl. f. *kindbergii***) ; Sect. *Subsecunda* sect. nov. (*R. albopiliferum, R. cucullatum, R. fuscescens, R. himalayanum, R. joseph-hookeri, R. nitidulum, R. subsecundum*) ; Sect. *Ellipticodryptodon* (*R. lamprocarpum, R. ellipticum, R. bartramii*) ; Sect. *Emersa* sect. nov. (*R. emersum*) ; Sect. *Ptychophylla* sect. nov. (*R. ptychophyllum*)].

R. afoninae, R. angustifolium, R. strictifolium et *R. rupestre* ont une position incertaine.

Pour chacune des 13 espèces, 1 sous-espèce et 1 forme reconnues en Pologne (en gras dans le synopsis ci-dessus) sont donnés : nom et données bibliographiques, liste des synonymes, description très illustrée, étymologie, variabilité, différentiation, notes taxonomiques et nomenclaturales, écologie, distribution géographique générale et en Pologne (cartes), listes des exsiccata polonais, des spécimens examinés, et données de la littérature. Une clé générale et une clé aux espèces stériles du sous-genre *Ellipticodryptodon* complètent cette monographie.

Bien que rédigée en polonais, cette révision du genre *Racomitrium* en Pologne pourra être utilisée par tous les bryologues grâce d'une part à la traduction en anglais des légendes des très bonnes figures et d'autre part à un résumé en anglais détaillé. Nous ne pouvons que souhaiter que lèauteur puisse nous donner, très bientôt, une révision complète du genre *Racomitrium*, accompagnée de sa compréhension phylogénétique.

MAIER E. & GEISSLER P. — ***Grimmia* in Mitteleuropa : Ein Bestimmugsschlüssel.** *Herzogia* 1995, 11 : 1-80, 31 pl. (8 chemin des Cottenets, CH-1233 Bernex-Genève).

Les auteurs présentent des clés aux espèces de *Grimmia* Hedw. (plantes avec ou sans capsules) en Europe du Centre, incluant *Coscinodon cribrosus* (Hedw.) Spruce et *Schistidium flaccidum* (De Not.) Ochyra, espèces souvent confondues avec *Grimmia*. Chaque espèce est décrite et illustrée (séries de sections transversales des feuilles, et organisation des cellules à la base des feuilles) avec indication des affinités, de l'écologie et de leur présence dans l'Europe du Centre. Un tableau donne les synonymes trouvés dans les flores depuis la monographie de Limpricht (1860). Glossaire.

DE SLOOVER J.L. (éd.) — **Les Muscinées illustrées par J.J. Dillenius en 1741 et déterminées par S.O. Lindberg en 1883.** Namur, Facultés universitaires de Notre-Dame de la Paix. 1995, [1]-94[95] [collection Sciences du vivant Botanique 1]. (éditeur : Presses Universitaires de Namur, Rempart de la Vierge 8, B-5000 Namur ; fax (081) 72 49 12 ; ISBN 2-87037-213-2, prix : 1.200FB).

Du fait que Johan Jakob Dillenius (1684-1747) a représenté les mousses en taille réelle avec une grande précision, et que cette illustration du port est souvent omise dans les flores du XXes. au profit de détails observables uniquement avec le microscope, J.L. De Sloover a jugé opportun de republier les 38 planches qui comportaient des muscinées, dans l'*Historia muscorum in qua circiter sexcentae species* ... Oxford 1741 (édition anglaise sous le titre *Historia muscorum : a general history of land and water* ... London 1763) de J.J. Dillen. La détermination de ces plantes avait été faite par S.O. Lindberg en 1853 (*Kritisk granskning af mossorna uti Dillenii historia muscorum*. Helsinki), à l'aide des échantillons de l'herbier Dillen. Cette détermination a été mise à jour par De Sloover, et est précédée, ici, d'une liste alphabétique des mousses et hépatiques représentées accompagnées des renvois au(x) planches(x).

JOHANNSSON B. — **Islenskir mosar. Hnokkmosaaett.** *Fjölrit Natturufraedistofnunar* 1995, 27 : [1]-162, 112 fig. en islandais, résumé en anglais. (Natturufraedistafnun Island, Hlemmi 3, Postholf 5320, 125 Reykjavik, Islande).

Depuis 1989, Johannsson publie, par familles, la flore des mousses de l'Islande. Il présente ici les Bryaceae : clé aux genres , description des espèces avec illustration, écologie, carte de distribution en Isldande (1 *Leptobryum*, 12 *Pohlia*, 1 *Anomobryum*, 2 *Plagiomnium*, 38 *Bryum*, et 1 *Rhodobryum*). *Bryum longisetum*, *B. curvatum*, *B. nitidulum*, *B. muehlenbeckii* sont nouveaux pour l'Islande.

VANDERPOORTEN A. — **Flore et végétation bryophytiques de la montagne Saint-Pierre à Lanaye (Belgique, Province de Liège). L'impact de la gestion écologique sur la bryoflore de ses pelouses crayeuses.** *Lejeunia* n.s. 1995, 148 : 1-16, 2 tabl., 1 fig. (36 avenue Den Doorn, B-1180 Bruxelles).

Il s'agit là d'un essai de corrélation entre la gestion conservatoire, la flore et la végétation bryophytique de la réserve naturelle de la Montagne Saint-Pierre à Lanaye. L'impact du pâturage ovin sur les pelouses crayeuses a été évalué en terme de diversité bryophytique. L'auteur donne quelques suggestions quant au plan de gestion.

Quatre habitats se dégagent par la richesse qualitative et quantitative de la bryoflore : les pelouses fauchées et ourlifiées ; les rochers de tuffeau ; les bois les mieux structurés, tant basiophiles sur craie sénonienne qu'acidiphiles sur graviers mosans ou sables oligocènes.

La conservation de cette diversité passe par une gestion plurimodale : le maintien des argiles dénudées en voie de recolonisation par une saulaie pionnière ; le rééquilibrage de la balance aire de pelouse pâturée / aire de pelouse fauchée ; le respecet de l'évolution naturelle des parcelles boisées vers une forêt pluristratifiée, à plus forte biomasse et ambiance forestière accrue.

RICEK E.W. — **Die Waldbodenmoose Österreichs**. *Abhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Österreich* 1994, 28 : [i], 1-331, ill. et 3 planches couleur [index latin pp. 326-329, index allemand pp. 330-331]. (ISBN 3-90-294-01-5).

STAIGER B. und KALB K. — ***Haematomma*-Studien I. Die Flechtengattung *Haematomma*.** *Bibliotheca Lichenologica* 1995, 59 : 1-198, 109 fig. (dont quelques — unes en couleurs), en allemand, résumés anglais et allemand [bibliographie pp. 186-193, index pp. 195-198]. (Aut. : Inst. f. Botanik, Univ. Regensburg, D-93040 Regensburg ; éd. : Borntraeger Verl., Johannesstr. 3A, D-70176 Stuttgart, le volume complet (avec l'article ci-dessous) : ISBN 3-443-58038-6, prix : 130DM).

La réalisation de la monographie du genre *Haematomma* a été rendue possible par l'analyse chimique et microscopique de plus de 1400 spécimens récoltés dans le monde entier. Si 58 taxons ont été jusque là décrits dans ce genre, *Haematomma* s.str. ne compte désormais que 35 espèces dont 10 sont décrites pour la première fois : *H. americanum* (USA), *H. brevisporum* (Venezuela), *H. cinchonarum* (Bolivie), *H. fluorescens* (Paraguay), *H. guyanense* (Guyane française), *H. ivoriense* (Côte d'Ivoire), *H. kenyense* (Kenya), *H. matogrossense* (Brésil), *H. nothofagi* (Argentine) et *H. papuense* (Papouasie-Nouvelle-Guinée). Les auteurs reconnaissent le rang d'espèce pour les variétés suivantes : *H. subpuniceum* var. *dolichosporum* B. de Lesd., *H. puniceum* var. *subinnatum* Malme, *Lecania punicea* var. *sulphurea* Müll. Arg. 16 espèces sont réduites en synonymie, et 11 autres sont considérées appartenir à d'autre genres. Pour chaque taxon, sont donnés : la taxonomie, la description, l'illustration des spores, la chimie, la distribution et l'écologie. Une clé (en allemand et en anglais) facilite la détermination des espèces du genre *Haematomma*, pour lesquelles les spermatogonies et les spermaties ont été observées chez presque toutes. Une comparaison des extrêmités des asques des genres *Loxospora*, *Ophioparma* et *Haematomma* montre que le genre *Loxospora* appartient à une famille distincte.

KALB K., HAFELLNER J. und STAIGER B. — ***Haematomma*-Studien II. Lichenicole Pilze und Arten der Flechtengattung *Haematomma*.** *Bibliotheca Lichenologica* 1995, 59 : 199-222, 27 fig., en allemand, résumés anglais et allemand. (aut. : Lichenologischer

Institut Neumark, Adalbert-Stifter-Strasse 5b, D-92318 Neumarkt ; éd. : Borntraeger Verl., Johannesstr. 3A, D-70176 Stuttgart, le volume complet (avec l'article ci-dessus) : ISBN 3-443-58038-6, prix : 130DM).

Taxonomie, distribution et écologie des 13 champignons lichénicoles se développant sur les espèces du genre *Haematomma*, 9 d'entre eux sont exclusifs du genre. Description des espèces nouvelles : *Arthonia haematommatum* (Nouvelle-Zéalnde), *Leptorhaphis haematommatum* (Nouvelle-Zélande), *Lichenoconium laevisporum* (Australie), *Lichenostigma hyalospora* (Autriche), *Opegrapha brevissima* (Nouvelle-Zélande) et *(?) Rhabdospora haematommatum* (Japon). Clé.

PRINTZEN C. — **Die Flechtengattung *Biatora* in Europa.** *Bibliotheca Lichenologica* 1995, 60 : 1-275, 42 fig., en allemand, résumés anglais et allemand [bibliographie pp. 251-265, index pp. 266-275]. (aut. : Manstedter Weg 31b, D-50933 Köln ; éd. : Borntraeger Verl., Johannesstr. 3A, D-70176 Stuttgart, ISBN 3-443-58039-4, prix : 120DM).

Les espèces du genre *Biatora* s.str. sont des lichens crustacés avec comme photobionte une algue verte et avec des apothécies biatorines. Jusqu'à présent ces espèces étaient incluses dans les genres *Bacidia*, *Catillaria* et *Lecidea*, mais elles s'en différencient par les asques de type *Biatora*, des spores à parois fines et sans périspore. Le genre peut se délimiter par le type d'hyphes conidiogènes, les pycnospores cilliformes, et le mode typique d'ontogénie de l'ascocarpe. *Biatora* est conservé dans les Biatoraceae, mais cette position demeure temporaire jusqu'à l'examen complet des genres dont la structure de l'asque est comparable comme les *Adelocia* et les *Phyllospora*.

Les epèces peuvent se distinguer par la présence ou l'absence de soralies, la couleur des apothécies, la taille des spores, la chimie et l'écologie. 17 espèces sont reconnues en Europe : clé (en allemand et en anglais), description, taxonomie, chimie, distribution et notes pour chacune d'entre elles. *Biatora aegrefaciens* (Suède) et *B. toensbergii* (Norvège) sont des espèces nouvelles pour la science, tandis que *Bilimbia rufidula* Graewe in Hellb., *Lecidea sphaeroidiza* Vain., *Lecania vernalis* f. *subduplex* Nyl. et *Lecidea vacciniicola* Tnsberg sont transférés dans le gerne *Biatora*. 44 taxons sont lectotypifiés.

Cette révision des *Biatora* européens est accompagnée de deux listes : 1 – liste des 330 espèces holarctiques et non saxicoles des anciens *Lecidea* sect. *Biatora*, *Catillaria* sect. *Biatorina* et *Bacidia* sect. *Weitenwebera*, avec nomenclature, typification, position systématique. 2 — liste des espèces dont le type n'a pas été vu.

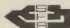
LÜCKING A. — **Diversität und Mikrohabitatpräferenzen epiphyller Moose in einem tropischen Regenwald in Costa Rica unter besonderer Berücksichtigung der Familie Lejeuneaceae.** Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Dr. rer. nat. der Fakultät für Naturwissenschaften der Universität Ulm, April 1995. 211 p., ill.

L'auteur étudie la bryoflore épiphylle d'une forêt tropical humide de Costa Rica. Cette bryoflore (83 taxons, essentiellement des Lejeuneaceae) présente une moins grande diversité que la flore lichénique foliicole dans la même forêt.

Cette thèse est composée de deux parties. La première est d'ordre taxonomique ; les espèces sont décrites et illustrées et leur distribution est donnée. Les caractères varient en relation avec des paramètres microclimatiques ; il en est ainsi pour l'orientation des pieds à la surface des feuilles, le degré de denticulation des marges foliaires et la forme des lobules foliaires.

Dans la deuxième partie l'auteur aborde les questions liées à l'habitat particulier de ces hépatiques et au processus de colonisation. Les bryophytes s'avèrent coloniser des habitats divers. Leur diversité est la plus grande dans les sites ouverts et secs, tandis que les aires couvertes atteignent leur maximum de diversité dans des situations ouvertes et humides. Les caractères du

Commission paritaire 16-4-1987 - N° 60590 - Dépôt légal 2[e] trimestre 1996 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 31 mai 1996 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : D. Lamy ; Secrétaire : B. Dennetière
Trésorier : M[me] E. Bury ; Directeur de la publication : H. Causse

Société Française de Systématique 

La Société Française de Systématique réunit les systématiciens ou les personnes intéressées par la Systématique et les informe en publiant un *Bulletin*. Elle convie ses membres à des colloques annuels transdisciplinaires, au cours desquels les systématiciens et d'autres scientifiques peuvent s'exprimer et débattre.

Cotisation annuelle: 100F

Demande d'adhésion à adresser au:
Secrétariat de la Société Française de Systématique, 45 rue Buffon, F-75005 Paris.
CCP 7-367-80 D PARIS

***La Société édite aussi la série* Biosystema.**
Prix TTC du Biosystema (France, Etranger): 150 FF, membre SFS : 100 FF.

Biosystema 1 - Introduction à la systématique zoologique - (Concepts, Principes, Méthodes) par L. Matile, P. Tassy & D. Goujet. 1987.
Biosystema 2 - Systématique Cladistique - Quelques textes fondamentaux. Glossaire. Traduction et adaptation de D. Goujet, L. Matile, P. Janvier & J.P. Hugot. 1988
Biosystema 3 - La systématique et l'évolution de Lamarck aux théoriciens modernes, par S. Løvtrup. 1988.
Biosystema 4 - L'analyse cladistique: problème et solutions heuristiques informatisées, par M. d'Udekem-Gevers. 1990.
Biosystema 5 - Les introuvables de J.B. Lamarck- Discours d'ouverture du cours de zoologie et articles du Dictionnaire d'Histoire naturelle. Edition préparée par D. Goujet. 1990.
Biosystema 6 - Systématique et Ecologie, par R. Barbault, Cl. Combes, F. Renaud, N. Le Brun & A. Dubois. Edition coordonnée par J.P. Hugot. 1991.
Biosystema 7 - Systématique et Biogéographie Historique. Textes historiques et méthodologiques. Traduction et adaptation de P. Janvier, L. Matile & Th. Bourgoin. 1991.
Biosystema 8 - Systématique et Société. Edition coordonnée par G. Pasteur. 1993.
Biosystema 9 - Les Monocotylédones, par J. Mathez. 1993.
Biosystema 10 - Systématique botanique : problèmes actuels. Edition coordonnée par O. Poncy. 1993.
Biosystema 11 - Systématique et Phylogénie: modèles d'évolution biologique. Edition coordonnée par P. Tassy et H. Lelièvre. 1994.
Biosystema 12 - Phylsyst: logiciel de reconstruction phylogénétique, par I. Bichindaritz, S. Potter & B. Sigwalt †. 1994.
Biosystema 13 - Systématique et Biodiversité. Edition coordonnée par Th. Bourgoin. 1995.
Biosystema 14 - Systématique et Informatique. Edition coordonnée par J. Lebbe, en préparation.

Le Conseil de la SFS. XII 1995

SOMMAIRE

Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie 1996, 17 (2) : 87-161.